

Harleson Sidney Almeida Monteiro
Sinara de Nazaré Santana Brito
Antonia Benedita da Silva Bronze
Meirevalda do Socorro Ferreira Redig
(Orgs.)

FRUTICULTURA E OS BIOMAS BRASILEIROS

INOVAÇÕES, DESAFIOS E PERSPECTIVAS



científica digital



CIENTÍFICA DIGITAL EDITORIAL LTDA

Barueri - São Paulo - Brasil
www.cientificadigital.org - contato@cientificadigital.org

Diagramação e Arte	Edição © 2025 Editora Científica Digital
Diego Santos	Texto © 2025 Os Autores
Diogo Lima	1ª Edição - 2025
Imagens da Capa	Acesso Livre - Open Access
Adobe Stock - 2025	

© COPYRIGHT - TODOS OS DIREITOS RESERVADOS. A editora detém os direitos autorais sobre a edição e o projeto gráfico, enquanto os autores mantêm os direitos autorais de seus respectivos textos. Esta obra está licenciada sob a Licença Creative Commons Atribuição 4.0 Internacional, permitindo o download e compartilhamento integral ou parcial, desde que a fonte seja devidamente citada e os créditos atribuídos aos autores. É obrigatório que a obra permaneça em formato de Acesso Livre (Open Access), sem qualquer alteração. A catalogação em plataformas de acesso restrito ou com fins comerciais é estritamente proibida.



Dados Internacionais de Catalogação na Publicação (CIP)

F945

Fruticultura e os biomas brasileiros: inovações, desafios e perspectivas / Organização de Harleson Monteiro, Sinara Brito, Antonia Benedita da Silva Bronze. – Barueri-SP: Científica Digital, 2025.

Formato: PDF

Requisitos de sistema: Adobe Acrobat Reader

Modo de acesso: World Wide Web

Inclui Bibliografia

ISBN978-65-83998-09-5

DOI 10.37885/978-65-83998-09-5

1. Agronomia. I. Monteiro, Harleson (Organizador). II. Brito, Sinara (Organizadora). III. Bronze, Antonia Benedita da Silva (Organizadora). IV. Título.

CDD 630

Elaborado por Janaína Ramos – CRB-8/9166

Índice para catálogo sistemático:

I. Agronomia

E-BOOK

ACESSO LIVRE ON LINE - IMPRESSÃO PROIBIDA

2025

Harleson Sidney Almeida Monteiro
Sinara de Nazaré Santana Brito
Antonia Benedita da Silva Bronze
Meirevalda do Socorro Ferreira Redig
(Orgs.)

Fruticultura e os Biomass Brasileiros:

Inovações, Desafios e Perspectivas

1ª EDIÇÃO



científica digital

2025 - BARUERI - SP

CONSELHO EDITORIAL

Prof. Dr. André Cutrim Carvalho
Prof. Dr. Antônio Marcos Mota Miranda
Prof^a. Ma. Auristela Correa Castro
Prof. Dr. Carlos Alberto Martins Cordeiro
Prof. Dr. Carlos Alexandre Oelke
Prof^a. Dra. Caroline Nóbrega de Almeida
Prof^a. Dra. Clara Mockdece Neves
Prof^a. Dra. Claudia Maria Rinhel-Silva
Prof^a. Dra. Clecia Simone Gonçalves Rosa Pacheco
Prof. Dr. Cristiano Marins
Prof^a. Dra. Cristina Berger Fadel
Prof. Dr. Daniel Luciano Gevehr
Prof. Dr. Diogo da Silva Cardoso
Prof. Dr. Ernane Rosa Martins
Prof. Dr. Everaldo dos Santos Mendes
Prof. Dr. Fabricio Gomes Gonçalves
Prof^a. Dra. Fernanda Rezende
Prof. Dr. Flávio Aparecido de Almeida
Prof^a. Dra. Francine Náthalie Ferraresi Queluz
Prof^a. Dra. Geuciane Felipe Guerim Fernandes
Prof. Dr. Humberto Costa

Prof. Dr. Joachin Melo Azevedo Neto
Prof. Dr. Jónata Ferreira de Moura
Prof. Dr. José Aderval Aragão
Prof. Me. Julianno Pizzano Ayoub
Prof. Dr. Leonardo Augusto Couto Finelli
Prof. Dr. Luiz Gonzaga Lapa Junior
Prof. Me. Marcelo da Fonseca Ferreira da Silva
Prof^a. Dra. Maria Cristina Zago
Prof^a. Dra. Maria Otília Zangão
Prof. Dr. Mário Henrique Gomes
Prof. Dr. Marcus Fernando da Silva Praxedes
Prof. Dr. Nelson J. Almeida
Prof. Dr. Pedro Afonso Cortez
Prof. Dr. Reinaldo Pacheco dos Santos
Prof. Dr. Rogério de Melo Grillo
Prof^a. Dra. Rosenery Pimentel Nascimento
Prof. Dr. Rossano Sartori Dal Molin
Prof. Me. Silvio Almeida Junior
Prof^a. Dra. Thays Zigante Furlan Ribeiro
Prof. Dr. Wescley Viana Evangelista
Prof. Dr. Willian Carboni Viana
Prof. Dr. Willian Douglas Guilherme

Acesse a lista completa dos Membros do Conselho Editorial em www.editoracientifica.com.br/conselho

Parecer e revisão por pares

Os textos que compõem esta obra passaram por avaliação do Conselho Editorial e revisão por pares externos (*Peer Review*), recebendo a devida recomendação para publicação.

Nota: Esta obra é fruto de um processo colaborativo, configurando-se como uma coletânea na qual os direitos autorais permanecem resguardados para os respectivos autores. Alguns capítulos podem ter origem em trabalhos anteriormente apresentados em eventos acadêmicos; no entanto, os autores foram orientados a adotar o devido rigor na prevenção do autoplágio. A responsabilidade pelo conteúdo de cada capítulo, assim como pela originalidade e integridade das informações publicadas, é inteiramente dos respectivos autores e autoras. O conteúdo da obra não reflete, necessariamente, a opinião da editora, dos organizadores ou dos membros do conselho editorial.

APRESENTAÇÃO

Esta obra é fruto de um esforço colaborativo que reuniu professores, estudantes e pesquisadores cujo envolvimento enriqueceu significativamente as discussões neste espaço formativo. Além disso, resulta de iniciativas interinstitucionais e ações voltadas ao incentivo à pesquisa, congregando especialistas de diversas áreas do conhecimento, vinculados a Instituições de Educação Superior, públicas e privadas, em âmbito nacional e internacional.

Seu principal objetivo é fortalecer a integração entre instituições, tanto no Brasil quanto no exterior, por meio de redes de pesquisa comprometidas com a formação continuada de profissionais da educação. Para isso, busca-se a produção e a ampla disseminação do conhecimento em distintas áreas do saber.

Expressamos nossa profunda gratidão aos autores pelo empenho, comprometimento e dedicação na concepção e finalização desta obra. Esperamos que ela se consolide como um recurso didático-pedagógico valioso, atendendo às necessidades de estudantes, docentes de todos os níveis de ensino e demais interessados na temática.

Os organizadores

SUMÁRIO

Capítulo 01

USO DE MICRORGANISMOS PROMOTORES DE CRESCIMENTO NA PRODUÇÃO DE MUDAS DE *PASSIFLORA EDULIS SIMS*

Adriele Aurelio da Silva; Andressa Henrique Sousa; Beatriz Santos França; Carla do Vale Santana; Euler Ferreira Machado; Eliseu Bezerra Vieira do Nascimento; Jeovani Silva Almeida

doi 10.37885/250519376 8

Capítulo 02

CONTROLE BIOLÓGICO NA FRUTICULTURA AMAZÔNICA

Mariana Elias Ferreira; Maria Vitória das Neves Silva de Oliveira; Eliziete Pereira de Souza; Leonardo Elias Ferreira; Jeane Cleide Bernardino Nascimento

doi 10.37885/250519379 18

Capítulo 03

LARANJA (*CITRUS SINENSES*) E LIMA ÁCIDA "TAHITI" (*CITRUS LATIOLIA*): UM CENÁRIO DE PERDAS NA PRODUÇÃO NO MUNICÍPIO DE CAPITÃO POÇO, PA

Jessica Mayla Reis Serra; Amanda Magda Gomes da Silva; Clarisse de Carvalho Galvão; Clécio Cardoso Batista; Sabrina Gomes Monteiro; Ingrid Melissa do Amaral Araújo; João Eduardo Pereira Cardoso; Natália Isabelle Santos Maciel; Layse Barreto de Almeida Abreu; Antonia Benedita da Silva Bronze

doi 10.37885/250719650 33

Capítulo 04

TRATOS CULTURAIS RECOMENDADOS AO CULTIVO DO BIRIBAZEIRO, UMA FRUTEIRA POTENCIAL À FRUTICULTURA AMAZÔNICA

Lohan de Souza Soares; Daniel Felipe de Oliveira Gentil

doi 10.37885/250719676 48

Capítulo 05

DESAFIOS E PERSPECTIVAS DA PROPAGAÇÃO DA FIGUEIRA NO BRASIL

Eduardo William de Araújo Costa; Maria Eduarda Souza de Sá; Kamilla Dias Pessoa; Ramón Yuri Ferreira Pereira; Amanda Meneses da Silva; Jenilton Gomes da Cunha; Gabriel Barbosa da Silva Júnior

doi 10.37885/250719680 61

Capítulo 06

CACAUICULTURA E SISTEMAS AGROFLORESTAIS (SAFS): UMA ANÁLISE NO CONTEXTO DO POTENCIAL DO CRÉDITO DE CARBONO NA AMAZÔNIA E AS MUDANÇAS CLIMÁTICAS;

João Eduardo Pereira Cardoso; Daví Eduardo Furno Feliciano; Aline Nazaré Habib Guedes; Gabriela Cardoso Farias; David Lucas de Oliveira Silva; José Manassés Gomes Rodrigues; Harleson Sidney Almeida Monteiro; Sinara de Nazaré Santana Brito; Meirevalda do Socorro Ferreira Redig; Antonia Benedita da Silva Bronze

 10.37885/250920153 **72**

SOBRE OS ORGANIZADORES **98**

ÍNDICE REMISSIVO **100**

USO DE MICRORGANISMOS PROMOTORES DE CRESCIMENTO NA PRODUÇÃO DE MUDAS DE *PASSIFLORA* *EDULIS SIMS*

Adriele Aurelio da Silva

Andressa Henrique Sousa

Beatriz Santos França

Carla do Vale Santana

Euler Ferreira Machado

Eliseu Bezerra Vieira do Nascimento

Jeovani Silva Almeida

RESUMO

O Brasil é o maior produtor e consumidor de maracujá do mundo, sendo a espécie *Passiflora edulis Sims* a mais importante em termos sociais e econômicos ocupando mais de 95% da área plantada, mas apesar da importância da cultura a produção é considerada baixa e um dos fatores é a dificuldade dos agricultores em adquirir ou produzir mudas de qualidade, a produção de mudas de maracujazeiro azedo (*Passiflora edulis*) pode se beneficiar da presença de microrganismos promotores de crescimento (MPCs). Os microrganismos promotores de crescimento oferecem grandes benefícios para as mudas, aumentando sua resistência a fitopatógenos e melhorando seu vigor. Desta forma, o objetivo deste experimento foi avaliar a influência dos microrganismos (*Bacillus sp.* e *Trichoderma sp.*) no desenvolvimento de mudas de maracujazeiro, avaliando as seguintes variáveis: altura da planta, número de folhas, diâmetro do caule e clorofila total. Os resultados indicaram variações na qualidade das mudas devido às diferentes formulações de substratos. Tanto o controle quanto o tratamento com *Bacillus* apresentaram índices mais baixos para as variáveis avaliadas, em comparação com o tratamento *Trichoderma*, que se destacou entre os tratamentos tanto nos parâmetros quantitativos quanto no vigor das mudas. Os dados sugerem que o *Trichoderma* têm um papel positivo no crescimento das mudas de maracujazeiro.

Palavras-chave: maracujazeiro; *Bacillus*; *Trichoderma*.

INTRODUÇÃO

Existem cerca de 520 espécies conhecidas de maracujazeiro. Elas crescem como trepadeiras, cipós ou arbustos nas florestas tropicais das Américas, mas predominam na Amazônia. Na América latina, o Brasil abriga ao menos 150 espécies e a Colômbia 170, sendo estes países os principais centros de diversidade do maracujá. Apesar de tamanha variedade, só duas espécies foram domesticadas e têm valor comercial, como alimento ou então nas indústrias de bebidas, cosméticos e farmacêutica. São elas o maracujá-amarelo ou maracujá-roxo, mais azedos (*Passiflora edulis*), e o maracujá-doce (*P. Alata*) (Moon, 2016). As condições climáticas adequadas para a cultura ocorrem em faixas de temperatura variando entre 21° e 25° C, entretanto uma faixa entre 18° e 35° C para produções é aceitável para a cultura (Costa *et al.*, 2014).

De acordo com informações do Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística (IBGE, 2021), o Brasil é o maior produtor mundial da cultura do maracujazeiro, correspondendo a uma produção total de mais de 600 mil toneladas, com rendimento médio de 15.259 Kg por hectare, com destaque para região Nordeste com 64,5% da produção nacional.

O cultivo do maracujazeiro possibilita que o produtor tenha uma colheita por diversos meses do ano, sendo uma porta empregatícia para trabalhadores familiares, com grande importância social e econômica (Faleiro, *et al.*, 2016). Na questão social, esta atividade gera de 3 a 4 empregos diretos e ocupa de 7 a 8 pessoas, nos diversos elos da cadeia produtiva, gerando aproximadamente 500 mil empregos no Brasil. Por ser uma cultura semiperene, com ciclo superior a 2 anos, os empregos gerados no campo apresentam certa continuidade (EMBRAPA, 2021).

Elevar a produtividade do maracujazeiro é necessário para suprir sua demanda, pois o volume ofertado não satisfaz o mercado interno, tampouco o externo, isso devido ao aumento do consumo dos frutos in natura e para produção de sucos (Malacrida; Jorge, 2012; Cavalcante *et al.*, 2016). Para que esse aumento na produção do maracujazeiro ocorra, o manejo da cultura precisa ser aprimorado no controle fitossanitário, polinização, suprimento hídrico e nutricional, além de podas de condução (Faleiro; Junqueira, 2016). Dessa forma,

a adoção de métodos eficientes para a produção de mudas de qualidade é imprescindível para o sucesso da cultura.

Segundo a Embrapa Milho e Sorgo (Brasil, 2016), o uso de microrganismo na agricultura vem merecendo destaque nos últimos anos em razão da grande demanda por tecnologias sustentáveis, podendo reduzir os custos de produção, aumentando a produtividade e a rentabilidade do agronegócio. Os microrganismos são capazes de conferir certas características às plantas, como maior resistência às condições de estresse hídrico; alterar suas propriedades fisiológicas; produzir hormônios vegetais e outros compostos de metabolismo secundário (Pereira *et al.*, 2019; Souza *et al.*, 2015).

Dentro deste grupo conhecido como microrganismos promotores de crescimento de plantas (MPCP) destacam-se fungos do gênero *Trichoderma* que apresentam potencial para o controle de fitopatógenos e para a promoção do crescimento vegetal e bactérias do gênero *Bacillus* que também tem se mostrado eficientes como promotoras de crescimento vegetal (Machado *et al.*, 2012; Sansinenea, 2019). O papel benéfico no desenvolvimento da planta pode ocorrer de diversas maneiras, atuando na mobilização e no transporte de nutrientes, além de estar envolvido na assimilação e solubilização do nitrogênio na planta, contribuindo na mineralização do fósforo, aumento da superfície de absorção das raízes, produção de hormônios vegetais e compostos orgânicos substâncias voláteis que estimulam o desenvolvimento das plantas e protegem plantas contra patógenos (Castiglioni *et al.*, 2008). Apesar da importância da cultura, os produtores enfrentam problemas em relação à aquisição ou produção de mudas de qualidade, assim, a utilização de microrganismos promotores de crescimento pode potencializar o vigor das mudas. Nessa perspectiva, o presente trabalho tem como objetivo verificar a influência dos microrganismos do gênero *Trichoderma* e *Bacillus* no desenvolvimento de mudas de *Passiflora edulis sims*.

MATERIAIS E MÉTODOS

O experimento foi conduzido na Universidade Federal do Recôncavo da Bahia, *campus* Cruz das Almas-BA, sob condições telado, entre os meses de abril a julho de 2024.

Para produção de mudas, utilizou-se 120 sementes de *Passiflora edulis* Sims (BGP418) provenientes do Banco de Germoplasma da Embrapa Mandioca e Fruticultura. As sementes foram obtidas de polinização controlada, removidas de frutos maduros, lavadas em água corrente, secas à temperatura ambiente durante sete dias, e na sequência, submetidas ao ensaio. O delineamento experimental utilizado foi o delineamento inteiramente casualizado (DIC), constituído por 3 tratamentos (*Trichoderma sp.*(T1), Controle (T2) e *Bacillus sp.*(T3)) com 4 repetições de 5 plantas para cada tratamento, totalizando 60 plantas.

Para o tratamento utilizando *Bacillus sp.*, a bactéria foi cultivada durante três dias em meio para bactérias totais (ágar nutriente), procedimento: 28g de nutriente ágar e 2g de ágar, completado com água destilada para volume de 1000ml. O meio foi autoclavado a 120°C durante 20 minutos e em seguida, vertido em placas de petri esterilizada em câmara de fluxo laminar. Após a formação das colônias bacterianas, em câmara de fluxo laminar foi feita a raspagem destas com auxílio de alça de drigalski e adicionadas em caldo nutritivo previamente autoclavado composto por 5g de peptona de carne, 5g de cloreto de sódio, 1,5g de extrato de levedura, 1,5g de extrato de carne e completado para volume de 1000ml com água destilada. O caldo nutritivo contendo a bactéria permaneceu em mesa agitadora durante 48 horas a 28°C para homogeneização e desenvolvimento da colônia bacteriana até alcançar a concentração de 10^8 UFC g⁻¹, confirmada pela leitura feita em espectrofotômetro. A bactéria utilizada no ensaio foi proveniente da coleção microbiológica da Embrapa Mandioca e Fruticultura, Cruz das Almas-BA.

Para tratamento utilizando *Trichoderma sp.*, o fungo foi cultivado durante sete dias em meio para determinação de fungos totais 20g de BDA (batata, dextrose e ágar) e 500ml de água destilada. O meio foi autoclavado a 120°C durante 20 minutos, e em seguida, vertido em placas de petri esterilizada em câmara de fluxo laminar. Após o preparo, o meio foi mantido em incubadora do tipo BOD, com fotoperíodo de 12h e temperatura de 25°C para multiplicação dos fungos. Após a formação das colônias fúngicas, foi feita a suspensão e contagem de esporos utilizando a câmara de Neubauer com auxílio de microscópio até alcançar a concentração de 10^8 ufc g⁻¹, sendo completada para volume de 1000ml com água destilada. O fungo utilizado no ensaio foi proveniente da coleção microbiológica da Clínica Fitossanitária da UFRB-campus Cruz das Almas-BA.

Para o tratamento controle não foi utilizado nenhum isolado promotor de crescimento.

O substrato utilizado para produção das mudas foi o mesmo para os três tratamentos, constituído nas proporções de 2:2:1: de solo, esterco bovino curtido, fibra de coco e 150g de fertilizante NPK osmocote® 14-14-14, como mostra a tabela 1.

Tabela 1. Descrição dos componentes orgânicos e inorgânicos adicionados ao substrato utilizado para produção de mudas de *Passiflora edulis* Sims.

Substrato	Solo%	Esterco bovino %	Fibra de coco %	Solução preparada com microorganismo (ml)	Ferilizante NPK Osmocote® (g)
TRICHODERMA	40	40	20	1000	50
BACILLUS	40	40	20	1000	50
CONTROLE	40	40	20	***	50

Fonte: Elaboração própria. Legenda: *** não se aplica.

Após soluções prontas e substrato homogeneizado, foram separadas 3 porções uniformes de substrato, correspondendo uma porção para cada tratamento. Na porção de substrato destinada ao *Trichoderma sp.*, foi feita a mistura de 1L da solução preparada contendo a suspensão de esporos, e em seguida foi feito o enchimento de 20 sacos apropriados para produção de mudas com substrato, semeando 2 sementes por unidade de saco, totalizando 40 sementes para evitar possíveis perdas. O mesmo procedimento e quantidade se repete para a solução preparada contendo *Bacillus sp.* As sementes destinadas ao controle foram semeadas separadamente de ambos tratamentos citados para evitar contaminação e corroborar os dados obtidos nas avaliações. As sementes foram irrigadas diariamente até a germinação completa, que ocorreu por volta de 15 dias após o plantio (DAP). Posteriormente, foi realizado o desbastes das mudas, deixando-se apenas 1 muda por unidade de saco para evitar a competição. As mudas seguiram sendo acompanhadas diariamente e foram submetidas a duas avaliações, respectivamente com 30 e 90 DAP.

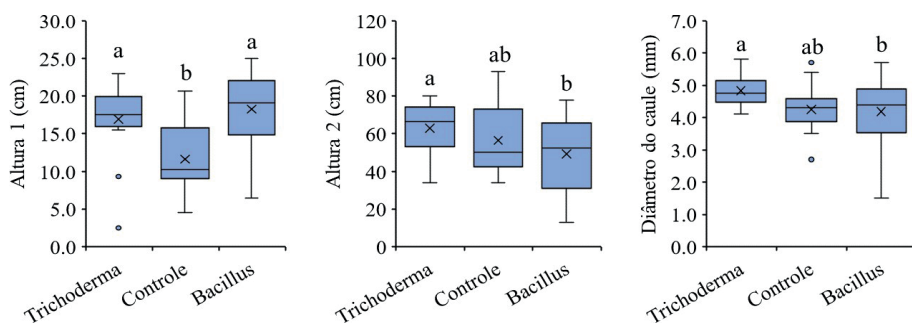
Para avaliações mensais, foram utilizadas as seguintes variáveis: altura da planta após 30 e 90 dias, número de folhas após 30 e 90 dias, diâmetro do caule e clorofila total, A e B. Posteriormente, os dados foram submetidos à análise de variância e as médias dos tratamentos e controle foram agrupadas pelo teste de tukey a 5% de significância. Ao final do ensaio, as mudas foram doadas para

plantio na Fazenda Experimental da UFRB (15 mudas) que serão manejadas nas aulas práticas das futuras turmas de fruticultura, e as demais mudas foram doadas para um agricultor familiar do município de Maragogipe-BA.

RESULTADOS E DISCUSSÃO

Dentre os tratamentos, o T1 (*Trichoderma* sp.) se destacou para todos os caracteres avaliados, com média de 62,9 cm para altura, 8 folhas por planta e 4,8 mm para diâmetro do caule. Em contrapartida, os tratamentos T2 (Controle) e T3 (*Bacillus* sp.) obtiveram os menores índices, embora não tenham diferido entre si para a maioria dos caracteres avaliados com média de 56,4 cm e 49,2 cm para altura, 8 folhas por planta e 4,3 e 4,2 mm para diâmetro do caule, respectivamente. A variação dos dados sugere que o *Trichoderma* apresenta uma maior eficiência no desenvolvimento das mudas de *Passiflora edulis* Sims em comparação ao controle. Há uma tendência clara de que os microrganismos, tanto *Bacillus* quanto *Trichoderma*, contribuem para o aumento do crescimento saudável das mudas, conforme indicado pelos gráficos. Os gráficos mostram uma distribuição de valores que sugere que o impacto dos microrganismos é estatisticamente significativo em relação ao controle, com menor variabilidade para o tratamento com *Trichoderma*.

Figura 1. Qualidade de mudas de *Passiflora edulis* produzidas com diferentes microrganismos promotores de crescimento. Médias seguidas pela mesma letra não diferem entre si pelo teste de agrupamento de tukey.



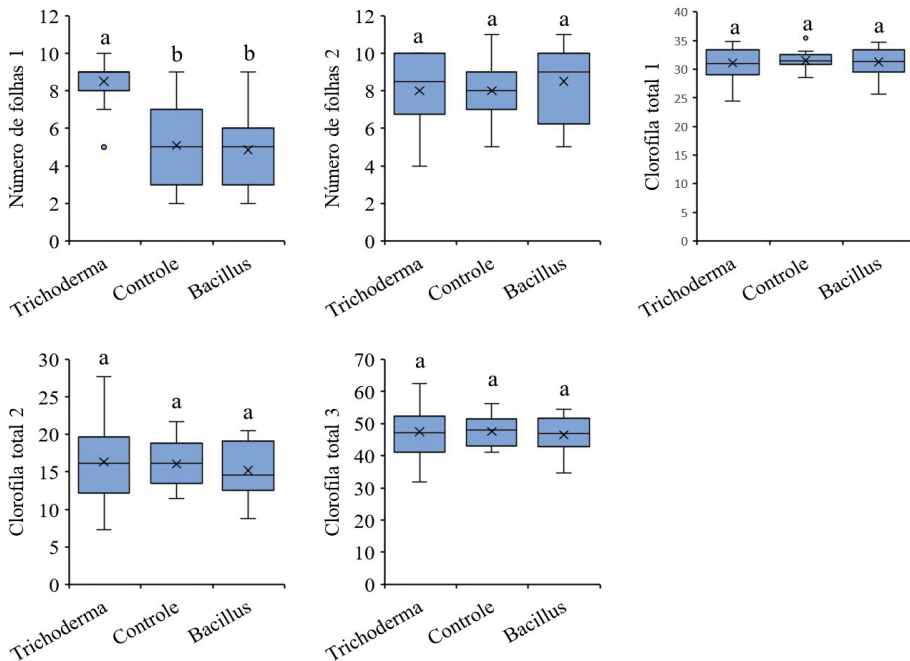
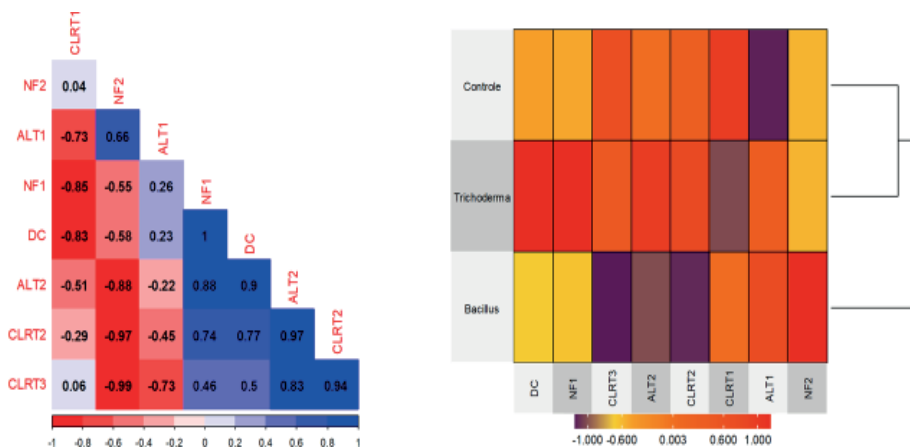


Figura 2. Análise multivariada considerando as 3 formulações de substrato e as 8 características avaliadas nas mudas de *Passiflora edulis*. A: correlação de Pearson entre as 8 características avaliadas. B: análise de agrupamento com mapa de calor com formação de dois grupos.



A partir da análise de agrupamento representada no mapa de calor, foi possível identificar a formação de dois grupos distintos, destacando o efeito dos tratamentos nas características morfofisiológicas das mudas de *Passiflora edulis*. Dentre os tratamentos avaliados, o que recebeu inoculação com *Trichoderma*

se sobressaiu em relação às demais formulações, apresentando coloração avermelhada na maioria das variáveis analisadas, o que indica maiores valores dessas características. Esse resultado sugere que o *Trichoderma* promoveu um incremento no vigor das mudas, possivelmente em razão de sua atuação como bioestimulante, favorecendo o desenvolvimento radicular e a absorção de nutrientes, além de potencializar mecanismos de defesa e resistência da planta.

Em contraste, o tratamento com *Bacillus* sp. apresentou desempenho inferior em várias características, o que pode estar relacionado a possíveis interações antagônicas na região da rizosfera. Essas interações podem ter dificultado a colonização benéfica das raízes, interferido na dinâmica da microbiota do solo ou até mesmo limitado a absorção eficiente de nutrientes, refletindo em um menor acúmulo de massa seca nas raízes e em um desenvolvimento vegetativo menos expressivo. A análise de correlação de Pearson revelou a existência de correlações positivas de alta, média e baixa magnitude entre as características avaliadas, o que indica que, em geral, o crescimento das mudas se dá de forma coordenada.

No entanto, características como teor de clorofila, altura das plantas aos 30 dias após a semeadura e número de folhas apresentaram apenas correlações médias ou baixas com as demais variáveis. Isso sugere que essas características são menos influenciadas pelas condições do substrato ou pelo tratamento microbiológico, podendo depender mais de fatores fisiológicos intrínsecos da planta ou de interações mais complexas com o ambiente.

Esses resultados destacam a importância da escolha adequada do microrganismo inoculante e do substrato para a produção de mudas vigorosas, especialmente em espécies frutíferas como o maracujazeiro, onde o desempenho inicial das plantas pode influenciar significativamente o estabelecimento no campo e a produtividade futura.

CONCLUSÃO

Dessa forma, conclui-se que os microrganismos dos gêneros *Bacillus* e *Trichoderma* exercem uma influência significativa no crescimento e desenvolvimento do maracujá-azedo, especialmente no que diz respeito ao tamanho, número de folhas e diâmetro do caule. Entre os tratamentos, o T1 (*Trichoderma* sp.) se

destacou em todos os paros quantitativos avaliados, assim como parâmetros de vigor. T2 (Controle) e o T3 (*Bacillus sp.*) não apresentaram diferenças significativas entre si e exibiram menores índices em comparação ao tratamento T1.

REFERÊNCIAS

- CASTIGLIONI, P.; WARNER, D.; BENSON, R. J.; *et al.* Bacterial RNA chaperones confer abiotic stress tolerance in plants and improved grain yield in maize under water-limited conditions. *Plant Physiology*, Bethesda, v. 147, n. 2, p. 446-455, 2008.
- CAVALCANTE, N. R.; KRAUSE, W.; CARVALHO, J. F. D.; *et al.* Productivity, fruit physicochemical quality and distinctiveness of passion fruit populations. **Revista Brasileira de Fruticultura, Jaboticabal**, v. 38, n. 4, p. e-142, 2016
- COSTA, A. *et al.* Recomendações técnicas para o cultivo do maracujazeiro. 2014. Embrapa responde. Embrapa Cerrados-Livro técnico (INFOTECA-E), 2016.
- EMBRAPA, **Empresa Brasileira de Pesquisa Agropecuária**. Disponível em: <https://www.embrapa.br/mandioca-e-fruticultura/cultivos/maracuja>. Acesso em: 10 ago. 2024.
- EMBRAPA. Microrganismos promotores de crescimento de plantas. **EMBRAPA milho e sorgo, 2016**. Disponível em: <https://www.embrapa.br/busca-de-publicacoes/-/publicacao/1063799/microrganismos-promotores-do-crescimento-de-plantas>. Acesso em: 08 ago. 2024.
- FALEIRO, F. G. JUNQUEIRA, N. T. V. Maracujá: o produtor pergunta, a Embrapa responde. Brasília, DF: Embrapa Cerrados, 2016. 341p.(Coleção 500 perguntas, 500 respostas).
- IBGE. Produção de Maracujá, 2022. Brasília, DF. Disponível em: <https://www.ibge.gov.br/explica/producao-agropecuaria/maracuja/br>. Acesso em: 10 ago.2024
- MACHADO; D. F. M., PARZIANELLO, F. R., SILVA, A. C. F., & ANTONIOLLI, Z. I. (2012). *Trichoderma* no Brasil: O fungo e o bioagente. **Revista de Ciências Agrárias**, 35, 274-288. <https://doi.org/10.19084/rca.16182>.
- MALACRIDA, C. R.; JORGE, N. Yellow passion fruit seed oil (*Passiflora edulis* f. *flavicarpa*): Physical and chemical characteristics. *Brazilian Archives of Biology and Technology*, Curitiba, v.55,n.1, p. 127-134, 2012.
- MOON, P. **Estudo quer identificar as 150 espécies brasileiras de maracujá**. 2016. Disponível em: <https://agencia.fapesp.br/estudo-quer-identificar-as-150-especies-brasileiras-de-maracuja/226> 75. Acesso em: 10 ago. 2024.
- PEREIRA, M. M. A., MORAIS, L. C., MARQUES, E. A., (2019) *et al.* Humic Substances and Efficient Microorganisms: Elicitation of Medicinal Plants – A review. **Journal of Agricultural Science**; 11(7), 1-13
- SOUZA, R., AMBROSINI, A., & PASSAGLIA, L. M. P. (2015). Plant growth - promoting bacteria as inoculants in agricultural soils. *Genetics and Molecular Biology*, Ribeirão Preto, 38 (4),401-19

CONTROLE BIOLÓGICO NA FRUTICULTURA AMAZÔNICA

Mariana Elias Ferreira

Instituto Federal do Pará (IFPA)

Maria Vitória das Neves Silva de Oliveira

Instituto Federal do Pará (IFPA)

Eliziete Pereira de Souza

Instituto Federal do Pará (IFPA)

Leonardo Elias Ferreira

Universidade Federal Rural da Amazônia (UFRA)

Jeane Cleide Bernardino Nascimento

Instituto Federal do Pará (IFPA)

RESUMO

A fruticultura apresenta-se como um dos setores mais promissores do agro-negócio, o Brasil é o terceiro maior produtor mundial de frutas e, a fruticultura amazônica se destaca pelo seu alto potencial agroindustrial. Contudo, no contexto brasileiro, o uso de agrotóxicos na fruticultura pode representar um entrave ao comércio internacional e, diante desse cenário, a evolução do controle biológico (CB) tem se destacado como prática mais sustentável, eficiente, e que reduz o uso de agrotóxicos. A metodologia utilizada nesse estudo, foi a revisão de literatura, sobre a aplicação do CB na fruticultura amazônica, destacando casos de sucesso no manejo de pragas e doenças em culturas como açaí, cacau, cupuaçu, banana, abacaxi, laranja, maracujá e pupunha. Os estudos analisados demonstram que o CB tem sido bastante utilizado em diversas espécies de frutíferas na Amazônia, além do controle de pragas e a melhoria da sanidade vegetal. Apesar dos avanços, ainda há necessidade de mais pesquisas e incentivo à adoção dessas práticas na região amazônica. O controle biológico se consolida, portanto, como uma estratégia essencial para uma fruticultura mais sustentável.

Palavras-chave: bioinsumo; doenças; frutíferas da Amazônia; pragas; sustentável.

INTRODUÇÃO

De acordo com o Ministério da Agricultura, em 2023, o Brasil ocupou a terceira posição como maior produtor mundial de frutas, ficando atrás apenas da China e da Índia. Segundo dados da Associação Brasileira dos Produtores Exportadores de Frutas e Derivados (Abrafrutas), o setor da fruticultura foi responsável por 16% de toda a mão de obra do agronegócio. Ainda em 2023, as exportações da fruticultura brasileira atingiram um recorde histórico de US\$ 1,35 bilhão, sendo a União Europeia o principal destino da fruticultura brasileira com o bloco europeu, recebendo aproximadamente metade do valor total exportado pelo país, as principais frutas exportadas foram manga, melão, uva, limão e limas (MAPA, 2024).

O potencial agroindustrial das frutíferas da Amazônia é alto, principalmente, em razão de características como sabor, aroma e cor, inexistentes na Europa e nos EUA, dois dos principais mercados consumidores mundiais. Algumas espécies frutíferas já assumiram lugar de destaque no Brasil e no exterior, extrapolando as fronteiras regionais (Neves, 2011).

No Brasil, o uso de agrotóxicos na produção de frutas pode implicar em barreiras não alfandegárias ao comércio internacional, devido às preocupações com danos causados ao ser humano e ao meio ambiente, além de criar resistência dentro das áreas produzidas, embora sejam amplamente adotados, por causa de sua eficácia rápida no controle de pragas e doenças, alguns produtores e técnicos estão aderindo a outras práticas e refletindo sobre a necessidade de alternativas mais sustentáveis (Fronza; Hamann, 2016).

Nos últimos tempos, a evolução do controle biológico (CB) foi de extrema importância para uma agricultura sustentável. Esse elemento assume um dos pilares principais para o manejo integrado de pragas, sendo importante tanto para as estratégias de manejo, atuando ao lado do controle comportamental e do controle químico, como também para medida de controle para manutenção das pragas abaixo do nível de dano econômico (Parra *et al.*, 2021).

Inicialmente, o CB foi empregado no controle de insetos, ácaros e plantas daninhas e com o passar do tempo, sua aplicação se expandiu. Nos dias de hoje, é comum utilizar como agentes do CB os macroorganismos, aqueles visíveis a olho nu como insetos e ácaros, e os microrganismos, como fungos,

vírus, bactérias, nematoides, protozoários, riquétsias e micoplasmas (Parra *et al.*, 2002; Parra *et al.*, 2021).

Os estudos relacionados ao controle biológico (CB) têm se mostrado essenciais na atual conjuntura da agricultura moderna, caracterizada pela incorporação de tecnologias avançadas para garantir o aumento da produtividade aliada à sustentabilidade. O CB surge como alternativa eficaz e ambientalmente responsável ao uso intensivo de agrotóxicos, contribuindo para a preservação dos ecossistemas, a segurança alimentar e a melhoria dos processos produtivos no setor agropecuário. Diante desse cenário, o presente trabalho tem como objetivo explorar o controle biológico dentro da fruticultura amazônica, destacando suas potencialidades, desafios e contribuições para o desenvolvimento sustentável da região.

DESENVOLVIMENTO

Metodologia

O presente trabalho foi elaborado através de revisão de literatura, com levantamento bibliográfico realizado em periódicos, sites e revistas digitais e de acesso livre. Esse processo envolve a busca, análise, interpretação e síntese de um conjunto de informações disponíveis sobre um determinado tema, com o objetivo de fundamentar teoricamente a pesquisa e responder a uma questão específica, abrangendo uma ampla gama de materiais relevantes, incluindo livros, artigos acadêmicos, publicações em periódicos científicos, reportagens especializadas, registros históricos, relatórios governamentais, teses, dissertações e outras fontes documentais (Dorsa, 2020).

A revisão de literatura foi elaborada, utilizando-se os seguintes tópicos: Controle biológico; Controle biológico na fruticultura da Amazônia; Cultura do açaí (*Euterpe oleracea*); Cultura do cacau (*Theobroma cacao*); Cultura do cupuaçu (*Theobroma grandiflorum*); Cultura da banana (*Musa spp.*); Cultura do abacaxi (*Ananas comosus*); Cultura da laranja (*Citrus sinensis*); Cultura do maracujá (*Passiflora edulis*) e Cultura da pupunha (*Bactris gasipaes*).

Controle biológico

O grande desafio atual da agricultura é manter a produtividade dos cultivos e, ao mesmo tempo, melhorar a qualidade biológica (valor nutritivo) e a sanidade dos alimentos (ausência de resíduos tóxicos), além de conservar os recursos naturais de produção (solo, água, ar e organismos) para as gerações futuras (Aguiar-Menezes, 2003).

A agricultura é um dos pilares essenciais para a subsistência e qualidade de vida da humanidade, e desde os primórdios enfrentam desafios constantes, decorrentes da convivência com pragas que ameaçam a produtividade e a saúde das plantas. A abordagem tradicional para acabar ou minimizar esses problemas tem sido o uso de agrotóxicos e defensivos agrícolas químicos, entretanto, essa solução apresenta desafios ambientais, de saúde e sustentabilidade a longo prazo. Sob essas preocupações, torna-se necessário o estudo e a implementação de alternativas sustentáveis, como o uso de agentes de controle biológico (FONTES *et al.*, 2020).

O controle biológico é uma característica natural para a regulação de plantas e animais, ocorrendo por meio da ação de seus inimigos naturais, que funcionam como agentes de mortalidade biótica. Todas as espécies de seres vivos, sejam vegetais ou animais, possuem organismos que influenciam seu ciclo de vida ao atuar como predadores, parasitas ou patógenos (Parra *et al.*, 2002; Parra *et al.*, 2021).

Controle biológico na fruticultura amazônica

Cultura do açaizeiro (*Euterpe oleracea*)

Diversos estudos comprovam a eficácia de isolados de *Trichoderma* frente à fitopatógenos encontrados no solo, responsáveis pela infecção de raízes e incidência de podridões em plantas, como os fungos do gênero *Fusarium*, *Rhizoctonia* e *Sclerotinia* (Lucon *et al.*, 2014).

Em experimento realizado por Costa *et al.* (2019), foi avaliado o potencial antagonista de isolados de *Trichoderma* spp. contra o fitopatógeno *Colletotrichum gloesporioides* e verificaram que controle biológico exercido por *Trichoderma* spp. tem grande potencial de controle para antracnose em *Euterpe precatoria*.

Figueiredo *et al.* (2015), isolaram *Colletotrichum* spp de frutos de açaí com o objetivo de avaliar o potencial de *Bacillus* spp. no controle "in vitro" do crescimento micelial de desse fungo e obtiveram um resultado satisfatório, a bactéria *Bacillus* spp. apresentou potencial para o controle "in vitro" de *Colletotrichum* spp

Em estudo realizado por Santos (2023), foi avaliada a eficiência de isolados do gênero *Trichoderma* contra os fitopatógeno *Fusarium solani* e conclui-se que as espécies de *Trichoderma* possuem potencial para atuar na inibição do fitopatógeno e que já se sabe que contribui também no crescimento e produtividade de culturas.

Fipke *et al.* (2015), avaliaram o antagonismo in vitro, de isolados de *Trichoderma* spp. ao fitopatógeno *Sclerotinia sclerotiorum* em cinco temperaturas e foi constatado que ações de antagonismo dos isolados de *Trichoderma* ao *S. sclerotiorum*, geralmente, ocorrem na faixa de temperatura de 22 a 30°C, sobretudo na maior temperatura e que esse fungo pode ser indicado para participar de programa de controle biológico desse fitopatógeno.

Meneguetti *et al.* (2010), testaram a potencialidade do percevejo *Arilus* sp. Como controlador biológico do protozoário *Phytomonas staheli* em seu ambiente natural e foi concluído que se pode utilizar esse percevejo nesse controle, pois naturalmente esses predadores estão fazendo o controle do percevejo do gênero *Lincus* e família *Pentatomidae* que são vetores do protozoário.

Fiorentin *et al.* (2013) fizeram um estudo com três espécies de joaninhas da família *Coccinellidae* no controle de pulgões e obtiveram resultados satisfatórios, concluindo-se que a utilização desses predadores se mostrou eficiente ferramenta para manter a população de pulgões em um nível baixo.

Silva *et al.* (2020) avaliaram a predação das larvas de joaninha *Delphastus davidsoni* Gordon (Coleoptera: Coccinellidae) sobre ninfas de *Bemisia tabaci*. Os resultados mostraram que a população de ninfas de *Bemisia tabaci* foi reduzida significativamente pelas larvas de *D. davidsoni*, a ação do predador possibilitou também um declínio na população adulta. Assim, as larvas de joaninhas apresentaram alto potencial significativo para o controle das ninfas do hemíptero-praga, posteriormente reduzindo o número de insetos adultos.

Dessa forma, os estudos revisados demonstram a ampla aplicabilidade e eficácia do controle biológico no manejo de diferentes fitopatógenos e pragas agrícolas, tanto por meio de microrganismos antagonistas, como *Trichoderma*

spp. e *Bacillus* spp., quanto por agentes entomófagos, como percevejos e joaninhas. Os resultados evidenciam que essas estratégias oferecem alternativas sustentáveis e eficientes ao uso de defensivos químicos, contribuindo significativamente para a sanidade vegetal, a produtividade agrícola e a conservação ambiental. Tais avanços reforçam o papel do controle biológico como componente essencial em programas de manejo integrado de pragas e doenças, especialmente em sistemas de produção que demandam maior equilíbrio ecológico, como a fruticultura amazônica.

Cultura do cacauieiro (*Theobroma cacao*)

Oliveira *et al.* (2014), analisaram bancos de dados sobre espécies de fungos filamentosos e endofíticos com potencial aplicação no controle biológico da vassoura de bruxa do cacauieiro, as espécies foram divididas em três grupos, sendo representados pelos gêneros *Trichoderma* e *Clonostachys* e pelos fungos endofíticos. A eficiência média das espécies de fungos no controle da vassoura de bruxa foi aproximadamente 50%. De modo geral, o micoparasitismo parece ser o mecanismo mais eficiente de antagonismo no controle biológico. *Trichoderma* e *Clonostachys* são os gêneros mais eficientes na redução da incidência da vassoura de bruxa e também os mais utilizados no biocontrole desta fitopatogenicidade.

Simões (2010), Analisou diferentes isolados de *Trichoderma* (*T. stromaticum*, *T. pseudokoningii*, *T. harzianum*, e *T. viride*) e um isolado de *T. atroviride*, *T. longibrachiatum*, *T. virens* e *T. piluliferum* para uso no biocontrole de quatro subgrupos genéticos de *Moniliophthora perniciosa*. Os resultados obtidos demonstram a capacidade de biocontrole do gênero *Trichoderma* à *M. perniciosa*, causador da vassoura de bruxa do cacauieiro, quer seja pelo mecanismo de competição, antibiose ou micoparasitismo.

Moreira *et al.* (2021), avaliaram a supressão da doença Vassoura-de-bruxa e a promoção de crescimento em mudas de cacau com o uso de *Trichoderma harzianum*, *Bacillus* sp. e *Burkholderia pyrrocinia*. Os resultados obtidos com os bioagentes mostraram-se eficientes no controle da *Moniliophthora perniciosa* na cultura do cacauieiro, além de apresentarem potencial na promoção de crescimento das plantas.

Moreira (2012), realizou a identificação de fungos entomopatogênicos de ocorrência natural que poderiam ser utilizados no biocontrole de insetos-praga de plantas cultivadas de cacau e café, foram encontrados 14 isolados de fungos colonizando insetos, sendo as principais espécies *Verticillium* spp., *Penicillium citrinum*, *Hiphopichia burtonii* e *Fusarium* sp. e no solo *Rhizoctonia* sp., *Cladosporium sphaerospermum*, *Verticillium* sp. e *Pseudallescheria boydii*. Os isolados estudados demonstraram potencial importante para serem introduzidos em programas de biocontrole, com perspectivas de resultados promissores para controle microbiano de insetos-praga e atividade enzimática.

Os estudos revisados evidenciam que o controle biológico é uma estratégia eficaz e sustentável no manejo da vassoura-de-bruxa e outras ameaças à cultura do cacau. Fungos como *Trichoderma* e *Clonostachys* demonstram eficiência por diversos mecanismos de antagonismo, enquanto bactérias como *Bacillus* e *Burkholderia* contribuem tanto para o controle da doença quanto para o crescimento das plantas. A presença de fungos enteropatogênicos também reforça o potencial do controle biológico do manejo integrado, oferecendo alternativas ambientalmente seguras para a cacaucultura.

Cultura do cupuaçuzeiro (*Theobroma grandiflorum*)

Tavares *et al.* (2002) avaliaram a potencialidade do emprego do controle biológico da Broca-do-Fruto do Cupuaçuzeiro, *Conotrachelus* sp. por meio de nematóides entomopatogênicos, isolados de solos de monocultivo de cupuaçuzeiro e constataram que os nematóides entomopatogênicos são potenciais agentes no controle biológico da praga.

Mendes *et al.* (2001), realizaram um experimento, avaliando a infecção de *Conotrachelus humeropictus* Fiedler, uma praga do cacau e cupuaçu na Amazônia brasileira, por *Metarhizium anisopliae* e *Beauveria bassiana*, obtiveram como resultado que a *Beauveria bassiana* foi mais eficiente que *Metarhizium Anisopliae*, entretanto, ambos apresentam potencial para o controle da broca *C. humeropictus*, quando pulverizados no solo sob a forma de conídios, embora a eficácia diminua após sete dias da pulverização, atingindo os menores índices aos quatorze dias.

Foi avaliada a atividade parasitária do hiperparasita *Cladobotryum amazonense*, isolado de basidiomas de *Moniliophthora perniciosa* presentes em

vassouras de cacaueiro, à basidiomas em vassouras de cacaueiro, cupuaçuzeiro e lobeira. Os resultados indicaram que o isolado de *Cladobotryum amazonense* demonstrou potencial de colonizar os corpos de frutificação de *M. pernicioso*, impedindo a liberação de basidiósporos viáveis e consequentemente demonstrando capacidade de reduzir o inóculo do patógeno nas vassouras secas de diferentes hospedeiros.

Simi *et al.* (2018) avaliaram o controle biológico da broca-do-cupuaçu, através do uso do fungo *B. bassiana* e do nematoide entomopatogênico *Steinernema brasiliense* aplicados em tratamentos isolados e em combinação. Constatou-se que a *B. bassiana* e o nematoide promoveram mortalidade tanto quando aplicados isoladamente quanto quando aplicados de forma combinada, porém foi observada uma interação aditiva entre os dois entomopatógenos.

Os estudos analisados demonstram o potencial do controle biológico para o manejo da broca-do-fruto do cupuaçuzeiro e de pragas do cacaueiro, com o uso de agentes como nematoides entomopatogênicos e fungos como *Beauveria bassiana* e *Metarhizium anisopliae*. Além disso, o hiperparasita *Cladobotryum amazonense* mostrou eficácia na redução do inóculo de *Moniliophthora pernicioso*. Esses resultados reforçam a viabilidade de soluções biológicas no controle de pragas e doenças, promovendo uma agricultura mais sustentável.

Cultura da bananeira (*Musa* spp.)

Heling *et al.* (2017) analisaram o controle biológico de *Colletotrichum musae* em bananas por meio de *Saccharomyces cerevisiae* e *Saccharomyces boulardii*, concluiu-se que as leveduras *S. cerevisiae* e *S. boulardii* atuam por meio de antagonismo. Esses agentes podem ser considerados como potenciais alternativas para o controle biológico de *Colletotrichum musae* em bananas madura.

Cano (2020) avaliou o potencial de uso de diferentes espécies de ácaros predadores e isolados de bactérias simbiotes de nematoides entomopatogênicos para o controle biológico de *R. indica* na cultura da banana, as amostras de ácaros foram coletadas em plantas de banana de diferentes cultivares. Os resultados sugerem um bom potencial de uso dos ácaros predadores *A. limonicus*, *E. citrifolius* e *A. herbicolus* para o controle biológico de *R. indica* e alguns isolados de bactérias simbiotes de nematoides entomopatogênicos, esses agentes mostraram-se promissores para o controle de *R. indica*, demonstrando elevada

eficiência na redução de fêmeas adultas, bem como na redução da taxa de oviposição do ácaro-praga, em condições de laboratório.

De Angeli *et al.* (2008) avaliaram a eficiência de isolados de *Beauveria bassiana* no controle biológico do moleque-da-bananeira (*Cosmopolites sordidus*) em condições de laboratório e concluíram que *Beauveria bassiana* é mais eficiente na infecção de insetos adultos de *Cosmopolites sordidus* em condições de laboratório e apresenta potencial para uso em campo.

Fonseca *et al.* (2023) avaliaram a virulência de blastosporos de *B. caledonica* em solução oleosa sobre indivíduos de *Cosmopolites sordidus*, os resultados indicam que blastosporos de *B. caledonica* suspensos em solução oleosa causam maior mortalidade a indivíduos de *C. sordidus* do que os mesmos blastosporos em água.

Cultura do abacaxizeiro (*Ananas comosus*)

Um estudo realizado pela Faculdade de Ciências Agrárias da Universidade Federal do Amazonas (FCA/UFAM), tem descoberto duas espécies de microvespas parasitoides que apresentam um grande potencial para reduzir a infestação do percevejo-do-abacaxi (*Thlastocoris laetus* Mayr), considerada a principal praga enfrentada pelos produtores de abacaxi. Os resultados das pesquisas demonstraram que duas espécies de parasitoides possuem taxas de parasitismo expressivas, chamando a atenção dos pesquisadores. Enquanto uma das espécies apresentou uma taxa moderada de aproximadamente 23%, outra atingiu um índice significativamente superior, próximo a 46%. A ação das microvespas consiste em depositar seus ovos dentro dos ovos do percevejo do abacaxi, iniciando o processo de controle biológico natural (Fapeam, 2021).

Lorenzato *et al.* (1996) avaliaram a ocorrência e controle da broca-do-fruto-do-abacaxi. Os resultados mostraram que as maiores infestações e danos dessa broca ocorreram durante e após a floração e o inseticida biológico *Bacillus thuringiensis* foi eficiente no combate das lagartas-brocas e altamente promissor como produto estratégico no manejo integrado desta praga.

Santos *et al.* (2013) realizaram um estudo para averiguar a eficiência do fungo entomopatogênico *Beauveria bassiana* sobre ninfas e adultos da cochonilha *Dysmicoccus brevipes*, uma importante praga pois está associada à murcha do abacaxi, sendo o trabalho realizado no Laboratório de Entomologia

da Embrapa Mandioca e Fruticultura. Esses estudos relevaram que o fungo *Beauveria bassiana* possui potencial para o controle biológico da cochonilha, demonstrando maior eficiência na fase ninfal. Além disso, os resultados indicaram o desenvolvimento de uma nova alternativa de tratamento biológico para mudas de abacaxi, evoluindo a melhoria fitossanitária em relação a *D. brevipès*. Essa abordagem se mostra promissora, especialmente considerando o uso predominante de inseticidas químicos no controle da praga.

Cultura da laranja (*Citrus sinensis*)

Em um estudo realizado por Habibe *et al.* (2007), foi analisado geograficamente o índice de infestação do minador-das-folhas-dos-citros (MFC), além da dispersão e eficácia do parasitismo pelo *Ageniaspis citricola*, que foram produzidos e liberados exemplares desse parasitoide em áreas de cultivo de citros no estado da Bahia. A ação foi conduzida por meio de uma parceria entre EMBRAPA, ADAB e EBDA, com o intuito de promover o controle biológico da praga na região e atualmente, essa vespinha contribui para o controle da larva minadora dos citros em vários estados.

O psílideo *Diaphorina citri* é o vetor da bactéria *Candidatus Liberibacter* spp., responsável pelo greening (huanglongbing – HLB), considerada atualmente a doença mais devastadora da citricultura. De acordo com o Fundo de Defesa da Citricultura – Fundecitrus, para o controle biológico do psílideo pode ser usado o parasitoide *Tamarixia radiata*, que ocorre naturalmente no campo em áreas com baixo controle químico ou em áreas de cultivo orgânico, e fungo entomopatogênico, como *Isaria fumosorosea*. A *T. radiata* parasita a fase jovem do psílideo, depositando seus ovos sob as ninfas do inseto. Ao eclodirem, as larvas se alimentam das ninfas, contribuindo diretamente para a redução da população da praga. Cada fêmea da vespinha pode parasitar até 500 ninfas ao longo de sua vida. Além disso, sua liberação no ambiente é ecologicamente segura, pois a *T. radiata* não afeta outras espécies de insetos ou plantas, garantindo um controle biológico equilibrado.

Outro dado importante relatado por Junior *et al.* (2023), também pela Fundecitrus, é a quantidade de produtos comerciais a base de agentes biológicos, totalizando 60 produtos registrado para doenças e pragas. Como exemplo, *Bacillus* tem o potencial de controlar a podridão floral e o cancro. Já o fungo

entomopatogênico *Isaria fumosorosea*, além do controle do psilideo, pode controlar mosca negra e pulgão.

Os estudos sobre controle biológico na citricultura mostram a eficiência de parasitoides e fungos no manejo de pragas como o minador- das-folhas. Esses agentes têm demonstrado resultados positivos em diversas regiões, contribuindo para a redução da população das pragas. O aumento de produtos comerciais biológicos, como os baseados em bactérias, reflete o avanço em soluções sustentáveis. Essas práticas são essenciais para reduzir o uso de defensivos químicos, promovendo um controle mais equilibrado e eficiente de pragas.

Cultura do maracujazeiro (*Passiflora edulis*)

Machado *et al.* (2017), pesquisaram sobre a identificação e controle de pragas no maracujá, no qual relataram a importância do controle biológico para o controle de lagartas, principalmente *Dione juno juno* e *Agraulis vanillae vanillae*, sendo utilizado *Bacillus thuringiensis var. kurstaki* e *Baculovirus dione*, aplicando-se em pulverização. Outra estratégia de controle é a liberação de vespinha *Trichogramma*, que parasita os ovos.

Cultura da pupunheira (*Bactris gasipaes*)

Queiroz *et al.* (2021), relataram a utilização do fungo entomopatogênico *Beauveria bassiana* como uma alternativa promissora no controle da broca *Metamasius hemipterus*, observa-se que sua presença ocorre após o ataque de *Rhynchophorus palmarum* ou logo após danos mecânicos no estipe, como os danos durante a colheita. Os danos às plantas são causados pelas larvas, que se alimentam dos tecidos vivos, escavando galerias e prejudicando o estipe. *B. bassiana* pode ser aplicado na base das touceiras e sobre os restos da cultura, principalmente logo após a colheita do palmito, pulverizando-se a calda com os conídios do fungo diluídos em água ou polvilhando o produto disponível na formulação em pó seco.

Em outro trabalho realizado por Queiroz *et al.* (2013), o fungo *Beauveria bassiana* apresentou potencial de ser patogênico para *Rhynchophorus palmarum*, podendo ser considerado como uma alternativa de uso no controle desta praga, o fungo pode ser utilizado por meio de uma solução ou aplicação do pó

sobre as partes cortadas das plantas após a colheita do palmito. Além disso, pode ser aplicado sobre os resíduos da planta na cultura ou ainda sobre a cana usada nas armadilhas com feromônio. Outra alternativa utilizada no controle biológico de *R. palmarum* são moscas parasitoides como *Paratherezia menezesi*.

CONCLUSÃO

A fruticultura destaca-se como um dos setores mais promissores do agronegócio brasileiro, sendo o terceiro maior produtor mundial de frutas. Nesse cenário, as espécies frutíferas da Amazônia apresentam elevado potencial agroindustrial. No entanto, o uso intensivo de agrotóxicos na fruticultura pode representar um entrave ao comércio internacional, devido aos impactos à saúde humana, ao meio ambiente e ao surgimento de resistência por parte de pragas e doenças. Diante disso, o controle biológico tem se consolidado como uma alternativa sustentável, eficiente e ambientalmente segura. Ainda assim, observa-se a escassez de estudos voltados à aplicação do CB nas frutíferas amazônicas. Os resultados indicam que o CB tem sido empregado nas cultivo das frutas amazônicas, destacando-se como ferramenta promissora no manejo de pragas na região.

REFERÊNCIAS

- AGUIAR MENEZES, E. L. Controle biológico de pragas: princípios e estratégias de aplicação em ecossistemas agrícolas. Seropédica: Embrapa Agrobiologia, 2003. 44 p.
- CANO, L. M. G. Diversidade e controle biológico de ácaros em bananeiras em diferentes regiões do estado de São Paulo. 2020. Dissertação (Mestrado em Sanidade, Segurança Alimentar e Ambiental no Agronegócio) – Programa de Pós-Graduação, Instituto Biológico, São Paulo, 2020.
- DA COSTA, K. K. *et al.* 2019. Antagonismo de *Trichoderma* spp. sobre *Colletotrichum gloeosporioides*, agente causal da antracnose de *Euterpe precatoria*. South American Journal of Basic Education, Technical and Technological, 6.
- DE ANGELI, C. B. *et al.* Controle biológico do Moleque-da-Bananeira com isolados de *Beauveria bassiana* no Espírito Santo. In: Congresso brasileiro de fruticultura, 20.; annual meeting of the interamerican society for tropical horticulture, 54., 2008, Vitória. **Frutas para todos: estratégias, tecnologias e visão sustentável: anais**. Vitória: INCAPER: Sociedade Brasileira de Fruticultura, 2008.

DORSA, A. C. O papel da revisão da literatura na escrita de artigos científicos. *INTERAÇÕES*, Campo Grande, MS, v. 21, n. 4, out./dez. 2020. <http://dx.doi.org/10.20435/inter.v21i4.3203>.

FAPEAM. Com apoio da Fapeam, estudo aponta que microvespa tem potencial para promover o controle biológico de pragas do abacaxi. Disponível em: <https://www.fapeam.am.gov.br/com-apoio-da-fapeam-estudo-aponta-que-microvespa-tem-potencial-para-promover-o-controle-biologico-de-pragas-do-abacaxi/>. Acesso em: 16 fev 2025.

FIGUEIREDO, B., *et al.* (2015). Potencial de *Bacillus* spp. no controle "in vitro" de *Colletotrichum* spp. isolados de frutos de açaí.

FIORENTIN, F. J. R. *et al.* (2013). Utilização de joaninhas no controle biológico de pulgões. **Scientia Prima**, 1(1), 1-6.

FIPKE, G. M., *et al.* (2015). Antagonismo de isolados de *Trichoderma* spp. ao *Sclerotinia sclerotiorum* em diferentes temperaturas. *Magistra*, 27(1), 23-32.

FONTES, E. M. G. *et al.* Controle Biológico de Pragas na Agricultura. Embrapa. P. 514. 2020. Disponível em: <https://www.infoteca.cnptia.embrapa.br/infoteca/bitstream/doc/1121825/1/CBdocument.pdf>. Acesso em: 11 fev 2025.

FRONZA, D. *et al.* **Manejo Fitossanitário em Fruticultura**. Rede E-tec Brasil. Santa Maria, RS. 2016.

HABIBE, T. C. *et al.* Controle biológico da larva-minadora-dos-citros na Bahia. *Pesquisa Agrícola*. Bahia Agríc., v.8, n. 1, nov. 2007.

HELING, A. L. *et al.* (2017). Controle biológico de antracnose em pós-colheita de banana "Maçã" com *Saccharomyces* spp.. *Summa Phytopathologica*, 43 (1), 49–51. <https://doi.org/10.1590/0100-5405/2105>

JUNIOR, G. J. S. **Controle Biológico na Citricultura**. Fundecitrus, 68ª Reunião - Câmara Setorial – Citricultura. 2023.

LORENZATO, D. *et al.* **Ocorrência e controle da broca-do-fruto-do-abacaxi *Thecla basalides* (GEYER, 1837)**. 1996, 5p.

LUCON, C. M. M. *et al.* 2014. *Trichoderma*: o que é, para que serve e como usar corretamente na lavoura.

MACHADO, C. D. F. *et al.* (2020). **Guia de identificação e controle de pragas na cultura do maracujazeiro**. Brasília: Embrapa, 2017. 94 p.

MENDES, A. C. B. *et al.* (2001). Infecção por *Conotrachelus humeropictus* Fiedler (Coleoptera:Curculionidae) por *Metarhizium anisopliae* (Metsch.) Sor. E *Beauveria bassiana* (Bals.) Vuill. sem solo. **Acta Amazônica**, 31 (4), 531–531. <https://doi.org/10.1590/1809-43922001314538>

MENEGUETTI, D. U. de O *et al.* Ocorrência de protozoários morfológicamente semelhante a *Phytomonas staheli* em reduviidae e potencial do *arilus* sp como controlador biológico. **Revista Científica da Faculdade de Educação e Meio Ambiente**, [S. l.], v. 1, n. 1, p. 84–93, 2010. DOI: 10.31072/rcfv1i1.13. Disponível em: <https://revista.unifaema.edu.br/index.php/Revista-FAEMA/article/view/13>. Acesso em: 19 fev. 2025.

MINISTÉRIO DA AGRICULTURA E PECUÁRIA. **Setor de fruticultura se destaca nas exportações brasileiras**. 2024. Disponível em: <https://www.gov.br/agricultura/pt-br/assuntos/noticias/setor-de-fruticultura-se-destaca-nas-exportacoes-brasileiras>. Acesso em 10/02/2025.

MOREIRA, B. D. C. *et al.* (2020). Uso de bioagentes no controle da vassoura de bruxa e promoção de crescimento da cultura do cacaueiro.

MOREIRA, S. M. C. D. O. (2012). Fungos patogênicos a insetos-praga *Monalonium annulipes* do cacaueiro e *Hypothenemus hampei* do cafeeiro, no Território da Transamazônica e Xingu, PA, e seu potencial biotecnológico.

NEVES, C.L. Desenvolvimento do agronegócio frutícola nos estados da Amazônia Legal: potencialidades roraimenses. Disponível em: <https://www.cgee.org.br/atividades/redirect>. Acesso em: 16 fev. 2025

OLIVEIRA, M. *et al.* Eficiência de fungos filamentosos no controle biológico da vassoura de bruxa do cacau. SITIENTIBUS série Ciências Biológicas, [S. 14, 2014. DOI: 10.13102/scb386. Disponível em: <https://periodicos.uefs.br/index.php/sitientibusBiologia/article/view/386>. Acesso em: 19 fev. 2025.

PARRA, J. R. P., *et al.* **Controle biológico no Brasil: parasitoides e predadores**. São Paulo: Manole. 635p, 2002.

PARRA, J. R. P. *et al.* Controle biológico com parasitoides e predadores na agricultura brasileira. Piracicaba: FEALQ, 2021. 592p.

QUEIROZ, D. L. *et al.* Ageitec – Pupunha. EMBRAPA. 2021.

QUEIROZ, D. L. *et al.* Ageitec – Pupunha. EMBRAPA. 2013.

SANTOS, K. C. R. D. (2023). Uso de isolados do gênero *Trichoderma* spp. contra o fitopatógeno *Fusarium solani*.

SANTOS, L. H. *et al.* Controle biológico da cochonilha do abacaxi *Dysmicoccus brevipes* pelo uso do fungo entomopatogênico *Beauveria bassiana*. 7ª Jornada Científica – Embrapa Mandioca e Fruticultura, 2013.

SIMI, L. D. *et al.* (2018). Mortalidade de *Conotrachelus humeropictus* em resposta à aplicação combinada do nematóide *Steinernema brasilense* e do fungo *Beauveria bassiana*. **Arquivos Do Instituto Biológico**, 85, e0092016. <https://doi.org/10.1590/1808-1657000092016>

SIMÕES, M. L. G. Controle biológico de *Moniliophthora perniciosa*, agente causal da vassoura de bruxa do cacaueiro, por diferentes espécies e linhagens de *Trichoderma* spp. 2010.

SILVA, D. J. *et al.* Larvas de *Delphastus davidsoni* Gordon (Coleoptera: Coccinellidae) predando ninfas de mosca branca. *Diversitas Journal*, [S. l.], v. 5, n. 4, p. 2502–2508, 2020. DOI: 10.17648/diversitas-journal-v5i4-1266. Disponível em: https://www.diversitasjournal.com.br/diversitas_journal/article/view/1266. Acesso em: 19 fev. 2025

TAVARES, A. M. *et al.* Controle mecânico da broca-do-fruto do cupuaçuzeiro, *Conotrachelus* sp. (Coleoptera: Curculionidae). 2002.

LARANJA (*Citrus sinenses*) E LIMA ÁCIDA "TAHITI" (*Citrus latifolia*): UM CENÁRIO DE PERDAS NA PRODUÇÃO NO MUNICÍPIO DE CAPITÃO POÇO, PA

Jessica Mayla Reis Serra

Universidade Federal Rural da Amazônia (UFRA)

Amanda Magda Gomes da Silva

Universidade Federal Rural da Amazônia (UFRA)

Clarisse de Carvalho Galvão

Universidade Federal Rural da Amazônia (UFRA)

Clécio Cardoso Batista

Universidade Federal Rural da Amazônia (UFRA)

Sabrina Gomes Monteiro

Universidade Federal Rural da Amazônia (UFRA)

Ingrid Melissa do Amaral Araújo

Universidade Federal Rural da Amazônia (UFRA)

João Eduardo Pereira Cardoso

Universidade Federal Rural da Amazônia (UFRA)

Natália Isabelle Santos Maciel

Universidade Federal Rural da Amazônia (UFRA)

Layse Barreto de Almeida Abreu

Universidade Federal Rural da Amazônia (UFRA)

Antonia Benedita da Silva Bronze

Universidade Federal Rural da Amazônia (UFRA)

RESUMO

O Brasil é considerado o segundo maior produtor mundial de citros e o maior produtor global de laranja e de suco de laranja. No estado do Pará, os maiores produtores de citros são os municípios de Capitão Poço, Garrafão do Norte, Irituia e Ourém, os quais formam um dos polos citrícolas do estado. Embora a grande produção dos citros, há um grande cenário de perdas durante a produção, colheita e beneficiamento. Diante disso, o objetivo deste estudo foi caracterizar e quantificar os diferentes tipos de perdas na cadeia produtiva de citros (laranja e lima ácida) tanto no campo quanto durante o processo de beneficiamento, bem como identificar as principais causas dessas perdas e como afetam a qualidade física dos frutos. O estudo foi conduzido no Complexo Agroindustrial de Cítricos no município de Capitão Poço durante o ano de 2018 e abrangeu desde o acompanhamento da colheita dos frutos até o processo de beneficiamento. Para avaliar as perdas e coleta de dados, foram realizadas visitas regulares, acompanhamento das equipes de campo, aplicação de questionários e estabelecimento de diretrizes para boas práticas de colheita e beneficiamento de citros. Os resultados indicaram que as perdas de limas ácidas "Tahiti" foram maiores comparadas às de laranjas, influenciadas pelos elevados índices pluviométricos durante o período chuvoso em Capitão Poço. Somado a isto, as principais causas das perdas nos frutos cítricos foram atribuídas a danos mecânicos, práticas de colheita e beneficiamento.

Palavras-chave: beneficiamento; citros; colheita; fruticultura.

INTRODUÇÃO

A fruticultura é uma atividade que apresenta grande relevância ao desenvolvimento econômico-social nacional (ARAÚJO *et al.*, 2019; CARVALHO *et al.*, 2020). No âmbito na citricultura, o Brasil é considerado o segundo maior produtor mundial de citros e o maior produtor global de laranja e de suco de laranja, o qual foi responsável por 32,8% da produção mundial da fruta e por 62% do volume global de suco de laranja na safra 2020/21 (VIDAL, 2021).

Segundo o IBGE (2023), somente para a cultura da laranja, o Pará produziu aproximadamente 257 mil toneladas, consolidando-se como um dos maiores produtores da Região Norte. Essa produção concentra-se principalmente no polo citrícola da microrregião de Capitão Poço, englobando os municípios de Capitão Poço, Garrafão do Norte, Irituia, Nova Esperança do Piriá e Ourém e tem-se o município de Capitão Poço como líder na produção, com cerca de 90% de toda área plantada no Pará (SECOM, 2021).

O clima favorável da região desempenha um papel crucial no avanço da produção. A microrregião do Guamá possui um clima tropical de monções (tipo Am de acordo com a classificação de Köppen), com uma média anual de precipitação pluviométrica de 2.502 mm e temperatura média de 26,9°C e com umidade relativa do ar de 80% (BASTOS, 1972 *apud* VELOSO *et al.*, 2000). Sob essas condições propícias, os frutos exibem características desejáveis, sendo grandes, suculentos, com teor elevado de sólidos solúveis e baixa acidez.

Tendo em vista esses fatores, as perdas durante o processo produtivo representam um elemento importante, uma vez que os danos pós-colheita de frutos nesta fase superam 20%, decorrentes principalmente de doenças (FISCHER *et al.*, 2008; DANTAS *et al.*, 2003;). Consequentemente, partes consideráveis da produção são perdidas ao longo de todo o processo produtivo, frequentemente relacionadas a ataques de pragas, doenças e danos causados durante o manuseio, podendo comprometer a qualidade e viabilidade dos frutos (NASCIMENTO *et al.*, 2005).

As causas das perdas pós-colheita podem ser classificadas, de acordo com Chitarra e Chitarra (1990) como perdas fisiológicas, decorrentes de fatores endógenos e consideradas fundamentais; perdas mecânicas, como lesões ou amassados que aumentam as taxas de respiração e transpiração, agravando

as perdas fisiológicas; perdas microbiológicas, relacionadas a ataques de microrganismos; no caso dos citros, os fungos atuam na pré e pós-colheita, representando uma das principais causas de perdas; lesões mecânicas, frequentemente associadas a ataques de pragas, aumentam a suscetibilidade dos frutos a microrganismos.

De acordo com Sardi (2005), os pontos que mais favorecem danos mecânicos em uma linha de beneficiamento incluem quedas dos frutos, transferência inadequada entre componentes da linha, superfícies rígidas, velocidades elevadas das esteiras pelas quais os frutos passam, manutenção inadequada dos equipamentos e resíduos de cera na linha da esteira.

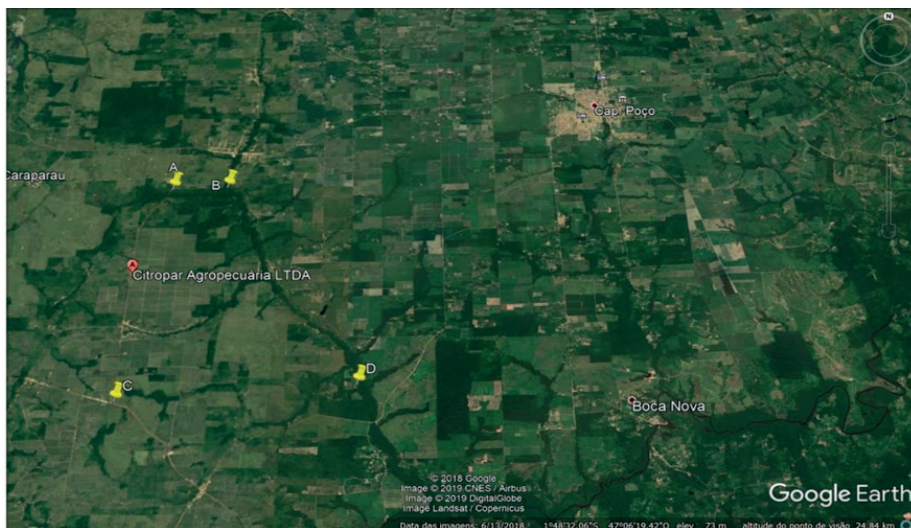
Dessa forma, as perdas pós-colheita possuem importância que vão além da questão econômica e representam um desafio que necessitam de atenção nas esferas científica e tecnológica. Sendo assim, objetivo deste estudo foi realizar a caracterização e quantificação das perdas na pós-colheita dos citros no Complexo Agroindustrial de Cítricos, município de Capitão Poço, estado do Pará.

MÉTODOS

Caracterização da área de estudo

A pesquisa foi realizada no Complexo Agroindustrial de Cítricos, situado no município de Capitão Poço, no estado do Pará. A localização é representada pela Figura 1 e possui as seguintes coordenadas geográficas: 01°48'38" de latitude e 47°11'38" de longitude (na sede da fazenda). O solo predominante é do tipo Argissolo Amarelo, com textura média. Quanto ao clima, a região é classificada como tipo Am, de acordo com a classificação de Köppen.

Figura 1. Mapa da área de abrangência do polo citrícola – PA



Fonte: Google Earth (2018).

Para avaliar e obter conhecimento sobre as perdas ocorridas no pós-colheita e no processo de beneficiamento de citros na agroindústria, foram realizadas visitas de campo e acompanhamento de todas as etapas do processo produtivo, bem como as etapas da colheita dos frutos até o beneficiamento. A avaliação foi realizada nos meses de janeiro a dezembro de 2018, analisando as culturas da laranja (*Citrus sinenses*) e lima ácida "Tahiti" (*Citrus latifolia*)

O trabalho consistiu na observação, registro e elaboração de critérios para avaliar as boas práticas de colheita e beneficiamento de citros. Foram analisados os parâmetros de colheita e pós-colheita da agroindústria, além da análise dos dados primários e informações coletadas das estações climatológicas do local.

O questionário, composto por perguntas subjetivas, foi aplicado semanalmente nos locais de produção. Esse questionário abordava: data de avaliação, tipo de embalagem, método de transporte, armazenamento e quantidade em quilogramas de frutos recebidos, comercializados e descartados, bem como as principais causas do descarte. Entrevistas diretas foram realizadas com os responsáveis pelos setores de campo e beneficiamento dos frutos.

Para caracterizar o tipo de perda, uma avaliação visual foi conduzida, selecionando manualmente os frutos de acordo com os tipos de perda. Essa classificação foi feita com base em avaliação visual dos frutos, considerando

sinais como fungos aparentes, lesões, amassamento, podridão em excesso de maturação de acordo com a metodologia descrita por Chiatarra e Chitarra (2005). Foram feitos registros fotográficos e pesagem para determinar as quantidades iniciais e posteriormente realizada a porcentagem de perda.

Para a análise dos dados, foi realizada uma caracterização detalhada do estabelecimento, levando em consideração toda a infraestrutura da agroindústria e todas as etapas do processamento, beneficiamento e seleção dos frutos. O processo foi conduzido manualmente na primeira etapa e, nas etapas subsequentes, foi mecanizado, seguindo um fluxo contínuo na esteira. Ao final do processo, os frutos considerados impróprios para comercialização foram pesados, quantificados e reavaliados, separando-se os frutos bons para consumo dos frutos estragados (inadequados para consumo).

As porcentagens de perdas foram calculadas com base no total de frutos adquiridos e na quantidade de frutos descartados, obtidos por meio de pesagens no início do processo de beneficiamento. As perdas quantitativas totais foram calculadas usando uma fórmula adaptada de Barbosa (2006).

$$\% \text{ Perdas} = ((F. \text{ Adq.} - F. \text{ Comerc.}) / F. \text{ Adq.}) * 100$$

Onde:

F. Adq.= Volume total de frutos adquiridos, em kg;

F. Comerc. = Volume de frutos descartados, em kg

Os dados foram coletados e posteriormente tabulados e organizados em planilhas do Excel. As porcentagens de perda foram ajustadas multiplicando-as por 1,005 (1 mais 0,5%) e, em seguida, foram submetidas às análises estatísticas utilizando o software estatístico SISVAR ano 2018, versão 5.7 e o teste de Tukey com nível de significância de 5%.

RESULTADOS E DISCUSSÃO

Avaliação das perdas de frutos no beneficiamento

As Tabelas 1 e 2 apresentam os dados referentes aos frutos de citros avaliados na linha de produção comercial, incluindo aqueles que foram recebidos

para beneficiamento, comercializados e descartados para a laranja e lima ácida, respectivamente, referentes aos semestres de 2018. Essas informações foram utilizadas para calcular o percentual de perdas durante o processo de beneficiamento no Complexo Agroindustrial.

Analisando os valores apresentados na Tabela 1, é possível notar que as médias de perdas foram mais altas para a cultura da laranja durante o primeiro semestre com valor de 18,87% comparado com o valor de 11,45% no segundo semestre. Esses resultados podem ser atribuídos ao fato de que, nesse período, os índices pluviométricos registrados no município de Capitão Poço são mais elevados que nos outros meses do ano. Além disso, o transporte inadequado dos frutos também contribuiu para essas perdas.

Tabela 1. Análise estatística dos dados de citros (Laranja) de frutos recebidos, comercializados e porcentagem de perdas nos dois semestres de 2018 no município de Capitão Poço- PA.

Fruta	Semestre	F.Receb. (kg)	F.Comerc. (kg)	F.Descar. (kg)	Perda/100kg
Laranja	1º	985.326,83 a	790.222,67 a	195.104,17 a	18,87 a
Laranja	2º	855.863,50 a	736.288,67 a	119.574,83 a	11,45 a
CV%		4,54	4,39	9,12	25,32

*Dados foram transformados para análise por log(X) e médias seguidas por uma mesma letra, minúscula na coluna, não diferem entre si pelo teste Tukey a 5% de probabilidade de erro.

Fonte: Autoria própria (2025).

No caso da lima ácida “Tahiti”, conforme apresentado na Tabela 2, as perdas em porcentagem foram ainda mais significativas, variando de 25,96% a 19,33% entre o primeiro e o segundo semestre, respectivamente. Essa maior taxa de perda é explicada pelas altas temperaturas durante o período, chegando a atingir máximas de até 32°C, além da umidade elevada. No entanto, quando os dados foram agrupados por semestre, não foram encontradas diferenças estatisticamente significativas em nenhuma das culturas. Sendo assim, os resultados indicam que as perdas de lima ácida “Tahiti” foram maiores durante o ano de 2018 comparados às perdas de laranja, possivelmente devido aos fatores climáticos e ao transporte inadequado.

Tabela 2. Análise estatística dos dados de citros (Lima Ácida) de frutos recebidos, comercializados e porcentagem de perdas nos dois semestres de 2018 no município de Capitão Poço- PA.

Fruta	Semestre	F.Receb. (kg)	F.Comerc. (kg)	F.Descar. (kg)	Perda/100kg
Lima Ácida	1°	231.175,00 a	166.334,17 a	64.840,83 a	25,96 a
Lima Ácida	2°	58.102,83 b	49.785,50 b	8.317,33 b	19,33 b
CV%		5,29	6,13	13,13	29,65

*Dados foram transformados para análise por log(X) e médias seguidas por uma mesma letra, minúscula na coluna, não diferem entre si pelo teste Tukey a 5% de probabilidade de erro.

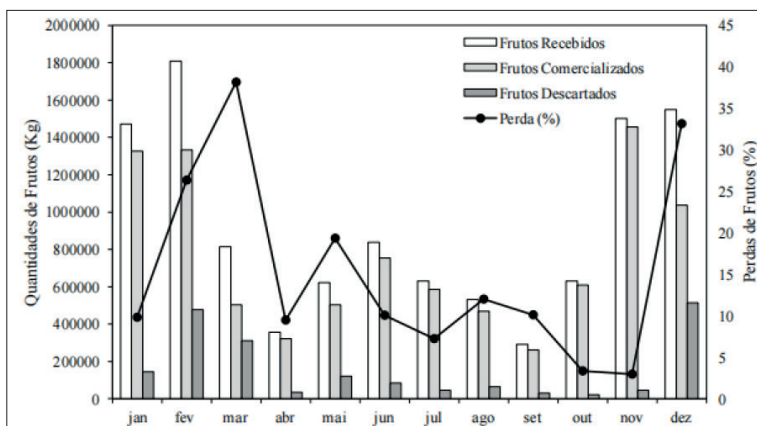
Fonte: Autoria própria (2025).

No entanto, esses resultados estão dentro dos limites dos percentuais de perda para citros, os quais, segundo Chitarra e Chitarra (2005), variam entre 23% e 33%. De acordo com esses mesmos autores, as estimativas de perda podem ser controversas em certos casos, principalmente devido à falta de dados precisos, considerando a diversidade de possibilidades de perda existentes.

As perdas ocorridas após a colheita de frutas estão diretamente ligadas ao manejo, transporte e armazenamento inadequado desde a colheita até a chegada ao consumidor final podendo resultar em mudanças nos aspectos mecânicos, fisiológicos e patológicos das frutas (HELLMEISTER, 2012; CALBO *et al.*, 2008). Corroborando com esses dados encontra-se o estudo conduzido por Bassan *et al.* (2013), em que foi observado que as injúrias mecânicas causadas pelos sistemas de colheita da lima ácida “Tahiti” impactaram negativamente a eficácia dos tratamentos pós-colheita utilizados no processo de beneficiamento dessa fruta.

Ao analisar os dados de perda distribuídos ao longo do ano de 2018, é evidente que a cultura da laranja, conforme ilustrado na Figura 2, apresentou maiores taxas de perda nos meses de fevereiro (32%), março (40%), maio (23%) e dezembro (34%). Esses resultados coincidem com períodos de chuvas intensas no município, conforme mostrado na Figura 4. No entanto, é importante notar que essas taxas de perda nesses meses estão acima dos limites aceitáveis para o processo de produção e beneficiamento de citros, resultando em prejuízos substanciais para os produtores.

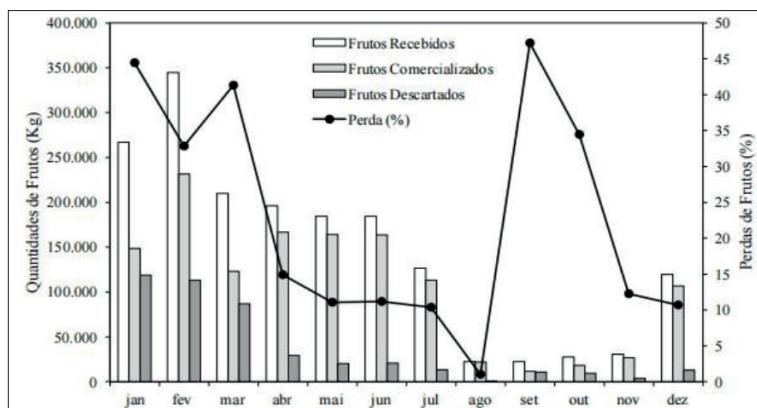
Figura 2 - Quantidade de frutos recebidos, comercializados, descartados e porcentagem de perdas de laranja.



Fonte: Autoria própria (2025).

Quanto aos dados referentes à lima ácida, nota-se um padrão distinto. A produção se estende por um período um pouco mais longo, e os percentuais de perda concentram-se durante o período de menor produção, abrangendo os meses de agosto a novembro. Nesse intervalo, as perdas chegam a ultrapassar os 45% da produção total, como pode ser observado na Figura 3.

Figura 3 - Quantidade de frutos recebidos, comercializados, descartados e percentuais de perdas de lima ácida "Tahiti".



Fonte: Autoria própria (2025).

Conforme ilustrado na Figura 4, é possível observar índices de pluviosidade elevados durante os meses de fevereiro a abril, com taxas de precipitação variando

entre 300 e 450 mm de chuva. Outrossim, nota-se uma redução significativa nos meses subsequentes. No entanto, é importante mencionar uma exceção, que é o mês de dezembro. Nesse período, ocorre um aumento na quantidade de chuvas mais uma vez, com uma variação pluviométrica entre 350 e 400 mm.

Figura 4 - Índices pluviométricos do município de Capitão Poço no estado do Pará no ano de 2018.



Fonte: Autoria própria (2025).

As principais causas das perdas na produção de citros

Tratando-se do processo de beneficiamento, a principal causa das perdas de citros no município de Capitão Poço está relacionada à infestação de pragas e doenças nos frutos que se originam no processo produtivo. Isso é evidenciado na Figura 5A, onde é possível observar um índice considerável de frutos afetados por doenças fúngicas. Essas doenças são consequência da falta de um controle fitossanitário mais eficiente no campo. Além desse aspecto, outro fator que exerce influência sobre as perdas é a queda dos frutos no fosso durante o processo de beneficiamento. Esse evento resulta em danos mecânicos devido ao nível de maturação excessiva dos frutos no momento da colheita, como ilustrado na Figura 5B.

Figura 5 - Frutos de lima ácida ‘Tahiti’ descartados no processo de beneficiamento (A) e Frutos de laranja após a colheita e despejados no fosso em casa de beneficiamento (B).



Fonte: Autoria própria (2025).

O armazenamento inadequado durante a colheita também desempenha um papel significativo no aumento dessas perdas. Isso é evidenciado pelo amassamento dos frutos devido aos danos mecânicos, conforme ilustrado na Figura 6A. Na Figura 6B, é possível observar que os frutos de lima ácida “Tahiti” estão sofrendo um excesso de maturação devido ao amassamento. Nesse contexto, é fundamental adotar um manejo mais cuidadoso durante a colheita de limas ácidas. Isso se deve ao fato de que esses frutos possuem glândulas de óleo, e quando ocorre amassamento por danos mecânicos, o óleo pode extravasar. Como resultado, há ocorrência de queima nas cascas dos frutos, o que os torna claramente inadequados para a comercialização.

Figura 6 - Armazenamento de Frutos de laranja (A) e Fruto de lima ácida ‘Tahiti’ danificado por amassamento e excesso de maturação (B).



Fonte: Autoria própria (2025).

Segundo Chitarra e Chitarra (2005), as injúrias decorrentes do período pós-colheita são identificadas por meio de sintomas visíveis ou mensuráveis. Essas injúrias podem ocorrer desde o momento da colheita até as etapas de beneficiamento e transporte. É crucial caracterizá-las e quantificá-las em cada etapa da cadeia produtiva, a fim de determinar a necessidade de implementar medidas de controle. Caso sejam necessárias ações corretivas, é importante escolher as medidas mais adequadas para mitigar os danos.

De acordo com Sardi (2005), vários fatores contribuem para a ocorrência de danos mecânicos em uma linha de beneficiamento. Estes incluem a queda dos frutos na entrada da linha, fluxo inadequado, transferência inadequada dos frutos entre os componentes da linha, uso de superfícies rígidas, velocidades excessivas dos frutos, manutenção inadequada dos equipamentos e a presença de resíduos de cera na linha.

Quanto à lima ácida "Tahiti", conforme demonstrado na Figura 7A, foram identificadas perdas causadas pelo ataque da larva minadora, cujo agente causador é a *Phyllocnistis citrella*. Essas larvas criam galerias nos tecidos dos frutos cítricos, o que compromete sua aparência e inviabiliza sua comercialização como frutos de mesa.

A Figura 7B ilustra os danos causados pelo inseto-praga conhecido como *Selenaspidus articulatus*, popularmente chamado de "pardinha". Essa praga se desenvolve melhor em temperaturas entre 25 e 28 °C e umidade relativa de 50% a 70%, sendo que umidade inferior a 70% dificulta a fixação e aumenta a mortalidade da espécie.

Na Figura 7C, é evidente a presença de ferrugem nos frutos de laranja, causada pelo ácaro conhecido como ferrugem da falsa ferrugem, cujo nome científico é *Phyllocoptruta oleivora*. Esses ácaros causam manchas deprimidas e marrom nos frutos, prejudicando sua aparência externa.

Figura 7: Fruto atacado pela Larva Minadora, causando prejuízos em pomar comercial (A), Frutos de laranja depreciados pela incidência de cochonilha (B); Fruto de laranja atacado pelo ácaro ferrugem da falsa ferrugem (*Phyllocoptruta oleivora*) (C).



Fonte: Autoria própria (2025).

Além das preocupações relacionadas às pragas, também foram identificados problemas fitopatológicos, evidenciando a presença de fungos causadores de diversas doenças. Entre essas enfermidades, destacam-se a melanose e a fumagina.

A Figura 8A apresenta os danos causados pela melanose em frutos de laranja. Essa condição é ocasionada pelo fungo *Phomopsis citri*, conhecido



Fonte: Autoria própria (2025)

CONCLUSÃO

Comparando-se as culturas da laranja e lima ácida “Tahiti”, as médias de perdas registraram valores mais elevados para a lima ácida “Tahiti” com taxas de 25,96 e 19,33 no primeiro e segundo semestre de 2018, respectivamente, comparando-se com 18,87% a 11,45% de laranja. No caso das limas ácidas “Tahiti”, as perdas foram substanciais e tiveram influência dos índices pluviométricos elevados durante o período chuvoso na região de Capitão Poço, estado

do Pará. As principais causas das perdas nos frutos cítricos foram atribuídas a danos mecânicos, práticas de colheita e beneficiamento, além do ataque de pragas e doenças devido à falta de um controle fitossanitário mais eficiente no campo. Além disso, as etapas de beneficiamento que mais contribuíram para as perdas por amassamento e esmagamento dos frutos foram o armazenamento durante a colheita e a queda dos frutos no fosso da área de beneficiamento.

REFERÊNCIAS

ARAÚJO, F.R.; VIÉGAS, I.J.M.; SILVA, D.A.S.; GALVÃO, J.S.; RODRIGUES, D.M.; SILVA JÚNIOR, M.L.; SANTOS, F.S.; YAKUWA, TIAGO, K.M.; PARAENSE, N.A.D.L.; CAMPOS, P.S.S. Nutrient Omission Effects on Growth and Nutritional Status of Seedlings of Assai Palm (*Euterpe oleracea* Mart.) var. Pai d'égua in Clayey Oxisol. **Journal of Agricultural Science**, v. 11, n. 6, mai 2019.

BASSAN, M. M.; MOURÃO FILHO, F. A. A.; ALVES, R.F.; BEZERRA, D. F. Beneficiamento pós-colheita de lima ácida 'Tahiti' afeta sua qualidade e conservação. **Ciência Rural**, Santa Maria, v. 46, n. 1, p. 184-190, 2013.

BASTOS, Terezinha Xavier. **O estado atual dos conhecimentos das condições climáticas da Amazônia brasileira**. Boletim Técnico do Instituto de Pesquisa Agropecuária do Norte (IPEAN) – Zoneamento Agrícola da Amazônia. 1972.

CALBO, A.G.; MAGALHÃES, A.M.; BRAGA, C.O.; MORETTI, C.L.; LIMA, G.P.P.; RIBEIRO, I.A.V.; MATTOS, L.M.; ATARASSI, M.E.; MARTINS, M.M.; FERREIRA, M.D.; RIBEIRO, M.M.M.; TERESO, M.J.A.; ASSIS, O.B.G.; BRAUNBECK, O.A.; FERRARI, P.R.; MAGALHÃES, P.S.G.; ABRAHÃO, R.F. **Colheita e Beneficiamento de Frutas e Hortaliças** - São Carlos: Embrapa Instrumentação Agropecuária, p. 144, 2008.

CARVALHO, J. S. *et al.* Características fitotécnicas e nutricionais de bananeiras submetidas a fontes de fertilizantes para o manejo orgânico. **Nativa**, v.8, 2020.

CHITARRA, M. I. F.; CHITARRA, A. B. **Pós-colheita de frutos e hortaliças: fisiologia e manuseio**. Lavras: ESAL/FAEPE, p. 320, 1990.

CHITARRA, M. I. F.; CHITARRA, A. B. **Pós-colheita de Frutos e Hortaliças. Fisiologia e Manuseio**. 2 ed. Lavras: FAEPE, 2005.

DANTAS, S.A.F; OLIVEIRA, S.M.A., MICHEREFF, S.J.; NASCIMENTO, L.C.; GURGEL, L.M.S.; PESSOA, W.R.L.S. Doenças fúngicas pós-colheita em mamões e laranjas comercializados na Central de Abastecimento do Recife. **Fitopatologia Brasileira**, v 28, p. 528-533, 2003.

FISCHER, I.H.; LOURENÇO, A.S.; AMORIM, L. Doenças pós-colheita em citros e caracterização da população fúngica ambiental no mercado atacadista de São Paulo. **Tropical Plant Pathology**, v 33, p. 219-226, 2008.

HELLMEISTER, C. F. L. P. **Boas Práticas de Fabricação (BPF) aplicadas nas etapas de Beneficiamento de um Packing House de Laranjas: Estudo de casos**. 2012. 91f. Tese (Doutorado) – Universidade Estadual Paulista, Faculdade de Ciências Agrônômicas, Botucatu.

INSTITUTO BRASILEIRO DE GEOGRAFIA E ESTATÍSTICA (IBGE) – PAM: Produção Agrícola Municipal. Produção de Laranja: Pará 2023. Disponível em: <<https://www.ibge.gov.br/explica/producao-agropecuaria/laranja/pa>>. Acesso em: 29 jun. 2025.

NASCIMENTO, L. M.; SANTOS, E. J.; LEONEZI, A. L. Eficiência da Aplicação de Diferentes Doses de Fungicidas em Lima Ácida Tahiti, Laranja Pêra e Tangor Murcott para o Controle de *Penicillium digitatum*. **Revista Iberoamericana de Tecnologia Postcosecha**, Sonora, v. 7, n. 1, p. 41-47, 2005.

SARDI. Horticulture: Mechanical Injury. South Australian Research and Development Institute, 2005. Disponível em: <http://www.sardi.sa.gov.au/pages/horticulture/citrus/hort_citp_postinjury.htm?sectID=306&templID=99> Acesso em: 14 julho 2019.

SECRETARIA DE COMUNICAÇÃO DO ESTADO DO PARÁ – SECOM. ‘Pará se destaca cada vez mais no cenário nacional de citrus, devido à inexistência de pragas. Disponível em: <https://agenciapara.com.br/noticia/28860/para-se-destaca-cada-vez-mais-no-cenario-nacional-de-citrus-devido-a-inexistencia-de-pragas#:~:text=O%20munic%C3%ADpio%20de%20Capit%C3%A3o%20Po%C3%A7o%20lidera%20com%20folga%20a%20produ%C3%A7%C3%A3o,restante%20de%20lim%C3%A3o%20e%20tangerina>. Acesso em: 02 julho 2025.

VELOSO, C.A.C.; RIBEIRO, S. I.; OEIERAS, A. H. L.; FIGUEIRAS, S.B.Q.; MENEZES, A.R. **Recomendações Técnicas para o cultivo de Citros no Estado do Pará**. Belém: Embrapa Amazônia Oriental, 27p (Embrapa Amazônia Oriental. Circular Técnico, nº 10, 2000.

VIDAL, M.F. **Produção de laranja na área de atuação do BNB**. Caderno Setorial ETENE, nº 198, dezembro 2021.

TRATOS CULTURAIS RECOMENDADOS AO CULTIVO DO BIRIBAZEIRO, UMA FRUTEIRA POTENCIAL À FRUTICULTURA AMAZÔNICA

Lohan de Souza Soares
Universidade Federal do Amazonas (UFAM)

Daniel Felipe de Oliveira Gentil
Universidade Federal do Amazonas (UFAM)

RESUMO

O biribazeiro (*Annona mucosa* Jacq.) é uma fruteira cuja polpa dos frutos é bastante apreciada principalmente para consumo ao natural. O potencial comercial da espécie é elevado. No entanto, não são constatadas informações técnicas atuais que viabilizem a implantação de pomares comerciais. Portanto, este capítulo objetiva apresentar os principais tratamentos fitotécnicos recomendados ao cultivo do biribazeiro, a partir do levantamento de informações em literatura que trata da espécie e de espécies afins. Espera-se que os tratamentos fitotécnicos descritos neste capítulo de revisão possam ser empregados em futuros pomares comerciais, a fim de aumentar a produção e melhorar a qualidade dos frutos de biribazeiro. Por fim, constatou-se a necessidade de aprofundamento de estudos experimentais para alguns tratamentos, em especial adubação e podas de formação e frutificação.

palavras-chave: Biribá; *Rollinia mucosa* Jacq. Baill.; tratamentos fitotécnicos.

INTRODUÇÃO

O biribazeiro (*Annona mucosa* Jacq.) é uma árvore pertencente à família Annonaceae Juss., a mesma da gravioleira (*A. muricata* L.), ateira (*A. squamosa* L.), cherimoieira (*A. cherimola* Mill.), atemoieira (*A. cherimola* Mill. x *A. squamosa* L.), e outras. É uma fruteira pouco explorada comercialmente, sendo encontrada principalmente em pomares domésticos (COSTA; MÜLLER, 1995; LEMOS, 2018). O produto comercial dessa espécie são os frutos (Figura 1-2), cuja comercialização é feita em feiras livres, mercados municipais ou em beiras de ruas ou estradas. Em Manaus e em outros município do estado do Amazonas, essa é uma prática comum (Figura 1).

Seus frutos podem ser ovóides, obovóides, cordiformes ou reniformes (LEMOS, 2018) e atingir até 5,5 kg¹. A casca é amarela no amadurecimento (Figura 1), com presença ou ausência de espículos dependendo do genótipo.

Figura 1 - Frutos de biribá maduros e imaturos disponíveis à venda, encontrados no centro de Manaus, Amazonas, Brasil.



Fonte: Lohan de Souza Soares (2025).

¹ Informação obtida pelo primeiro autor durante visita a um agricultor familiar de Manaquiri, Amazonas, Brasil, que mantém um monocultivo de biribazeiro e uma planta cujos frutos atingem até 5,5 kg.

A polpa possui coloração branca a creme (Figura 2), textura mucilaginosa ou firme, e sabor doce ou doce-acidulado, ou acidulado.

Figura 2 - Fruto de biribá maduro inteiro e cortado, destacando-se a coloração creme da polpa.

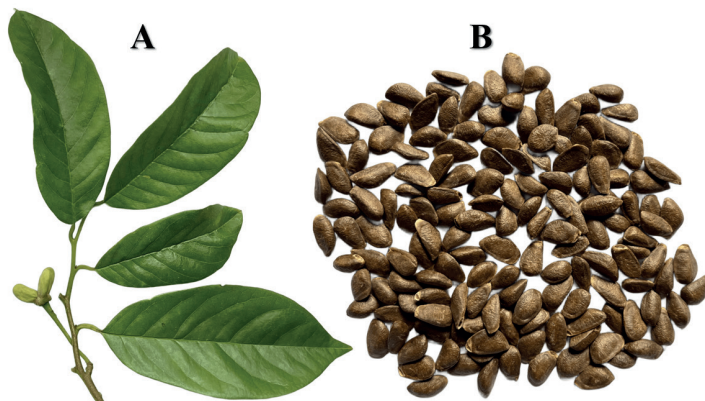


Fonte: Daniel Felipe de Oliveira Gentil (2025).

No Brasil e principalmente na região amazônica, o consumo ao natural é comum e preferível, pois se pode sentir melhor o sabor delicioso da polpa. Apesar disso, sucos, doces, licores, sorvetes e cremes podem ser feitos (DONADIO *et al.*, 2002; DONADIO, 2007; CAVALCANTE, 2010; LIM, 2012; KINUPP; LORENZI, 2021).

Outras partes da planta também são usadas para um fim. As folhas (Figura 3A) são empregadas, na medicina popular, contra o reumatismo; e a madeira pode ser utilizada para construção (IPK, s.d.). As sementes (Figura 3B) podem ser usadas para confecção de colares e como em algumas espécies de insetos, como a mosca-branca (*Bemisia tabaci*) (OLIVEIRA *et al.*, 2022; IPK, s.d.).

Figura 3. Folhas, flor (A) e sementes (B) de biribazeiro.



Fonte: Lohan de Souza Soares (2025).

A espécie possui bastante potencial para ser cultivada de forma tecnificada no bioma Amazônia, em especial nos estados do Amazonas e Pará. Isso porque sua origem é a própria região amazônica, caracterizada pelo clima quente e úmido (DONADIO *et al.*, 2007). Outras espécies, no Brasil, possuem cadeias de produção e comercialização estabelecidas, como é o caso da graviola no Nordeste. Dessa maneira, supõe-se que o biribazeiro também tenha capacidade de ser explorado comercialmente, se cultivado conforme as técnicas agrônômicas empregadas na fruticultura brasileira.

São inexistentes informações técnicas atuais para o biribazeiro, especialmente em relação aos tratamentos fitotécnicos ou culturais, o que dificulta a implantação de pomares comerciais. Os tratamentos fitotécnicos são uma série de operações realizadas para favorecer o desenvolvimento e a produção da planta, desde o plantio até a colheita.

Portanto, este capítulo objetiva apresentar os principais tratamentos culturais recomendados ao cultivo do biribazeiro, a partir do levantamento de informações em acervos virtuais (SciELO, Google Scholar, Infoteca e-Embrapa e Periódicos Capes) e em acervos físicos (bibliotecas particulares e institucionais), selecionando-se aquelas que trataram da espécie e de espécies afins.

TRATOS CULTURAIS

O biribazeiro não é exigente em tratamentos culturais. Entretanto, em cultivos comerciais, são indispensáveis. Quando empregados, as plantas respondem com elevada produção e qualidade de frutos.

São recomendados os seguintes tratamentos no cultivo do biribazeiro: calagem e adubação, irrigação, coroamento, roçagem, cobertura morta, podas de formação, produção e limpeza, caiação do tronco e ensacamento dos frutos.

Calagem e adubação

Atualmente, existe um manual de recomendação de calagem e adubação para o estado do Pará e que pode ser utilizado para toda região amazônica. Contempla hortaliças, culturas anuais, industriais, plantas ornamentais e florestais, espécies forrageiras, flores e frutíferas (BRASIL *et al.*, 2020). No entanto, nesse

documento não há recomendação para biribazeiro, porém há para gravioleira (VIÉGAS *et al.*, 2020). Assim, pode ser utilizado para *A. mucosa*.

A **calagem** deve ser realizada 20 dias antes do plantio das mudas. Quando for possível fazer a análise de solo, a recomendação da quantidade de calcário dolomítico ou magnesiano pode ser calculada de acordo com o critério de saturação por bases, para elevar o valor inicial a 50% (VIÉGAS *et al.*, 2020).

A adubação é operação relevante para um bom crescimento e produção dos biribazeiros (CALZAVARA, 1970).

A **adubação de plantio** deve ser feita preferencialmente no início do período chuvoso em cultivos sem irrigação. Aos 10 dias antes do plantio, incorporar à cova 10 L de esterco de curral curtido, ou 3 L de esterco de galinha, ou 1 L de torta de mamona, juntamente com 10 g de FTE BR12 e a dose de fósforo (P) do 1º ano do Quadro 1, conforme os resultados da análise do solo (VIÉGAS *et al.*, 2020).

Quadro 1 - Recomendação de adubação para biribazeiro em função do resultado da análise do solo.

Época	N (g.planta ⁻¹)	P no solo (mg.dm ⁻³)*			K no solo (mg.dm ⁻³)*		
		0-10	11-20	>20	0-40	41-90	>90
		P ₂ O ₅ (g.planta ⁻¹)			K ₂ O (g.planta ⁻¹)		
1º ano	50	60	50	40	80	70	50
2º ano	70	80	70	60	120	100	80
3º e 4º ano	100	120	100	90	150	130	110
5º e 6º ano	140	160	150	130	180	160	140
7º ano em diante	170	180	170	150	200	180	160

* Extrator Mehlich-1.

Fonte: Adaptado de Viégas *et al.* (2020).

A **adubação de cobertura** deve ser feita preferencialmente no início do período chuvoso em cultivos sem irrigação. Antes da adubação, é importante realizar o coroamento das plantas para facilitar a aplicação e o aproveitamento dos fertilizantes pela planta (VIÉGAS *et al.*, 2020). As quantidades de nitrogênio (N), fósforo (P) e potássio (K) a serem aplicadas na adubação de cobertura estão no Quadro 1, conforme os resultados de análise de solo.

Até o primeiro ano, como fonte de fósforo, utilizar superfosfato triplo ou superfosfato simples e, a partir de segundo, fosfato natural reativo. Quando os teores de P e K no solo forem 50% maiores do que os limites superiores estabelecidos no Quadro 1, recomenda-se não adubar com esses nutrientes. Por fim, em solos cujo teor de magnésio seja menor que $0,7 \text{ cmol}_c.\text{dm}^{-3}$, aplicar sulfato de magnésio na dose correspondente a um terço da dose de cloreto de potássio (VIÉGAS *et al.*, 2020).

Na falta de dados quanto à fertilidade do solo, é recomendada a adubação de cobertura que consta no Quadro 2.

Quadro 2 - Recomendação de adubação de cobertura para biribazeiro, sem a análise do solo.

Época	Esterco de curral curtido (L.planta ⁻¹)	NPK 10-10-10 (g.planta ⁻¹)
1º ano	10	100
2º ano	20	200
A partir do 3º ano	30	300

Fonte: Costa e Müller (1995).

A quantidade de cada fonte deve ser aplicada três vezes ao ano: No início, meio e fim do período chuvoso (COSTA; MÜLLER, 1995). Essa adubação pode ser complementada com 10 g de FTE BR12 (VIÉGAS *et al.*, 2020). A adubação de cobertura deve ser realizada ao redor da planta, preferencialmente após o coroamento, na projeção da copa da planta. Como a última adubação coincide com o final do período chuvoso, a cobertura morta deve ser o material que resulta do coroamento (COSTA; MÜLLER, 1995).

Irrigação

Não existem informações de irrigação para o biribazeiro. Todavia, no geral, a irrigação localizada por microaspersão é a mais adequada para as anonáceas, devido a maior eficiência de uso da água e possibilidade de fertirrigação (SANTOS *et al.*, 2001). Além do mais, a irrigação por gotejamento também pode ser empregada (QUEIROGA *et al.*, 2023), dado que é recomendada para a ateira.

Por fim, duas coisas importantes precisam ser ressaltadas: a) A irrigação deve ser periódica, sobretudo do florescimento até o desenvolvimento completo do fruto, cujo objetivo é melhorar e aumentar a produção de frutos, e b) A quantidade de água e a frequência das regas devem ser realizados em função dos fatores edafoclimáticos da região do pomar (QUEIROGA *et al.*, 2023).

Coroamento

O coroamento consiste na retirada manual de plantas espontâneas ao redor do caule até a projeção da copa do biribazeiro, com auxílio de enxada. Deve-se ter cuidado para não provocar danos ao caule da planta e não formar bacias com a retirada do solo, o que favorece o empoçamento de água na época das chuvas (CALZAVARA, 1970). A periodicidade desse trato deve ser, mais ou menos, a cada três meses (COSTA; MÜLLER, 1995).

Roçagem

As plantas espontâneas competem por luz, água e nutrientes, e podem ser hospedeiras de pragas e patógenos (SILVA *et al.*, 2021). Além do mais, a fim de evitar erosão do solo, é recomendado apenas rebaixar a parte aérea e não arrancar o sistema radicular das plantas espontâneas (CALZAVARA, 1970). Assim, devem ser manejadas por roçagem mecânica ou manual nas entrelinhas do cultivo de biribazeiro, com a frequência de três a quatro vezes por ano (COSTA; MÜLLER, 1995).

Cobertura morta

A cobertura morta é o ato de colocar material vegetal seco (muitas vezes oriundo da roçagem) ao redor do caule da planta de biribazeiro, preferencialmente antes do início do período de estiação (COSTA; MÜLLER, 1995). Nesse trato, objetiva-se evitar perda de água do solo, favorecer a manutenção relativamente estável da temperatura do solo em torno do sistema radicular da planta, controlar o crescimento de plantas espontâneas e adicionar matéria orgânica ao solo (CALZAVARA, 1970). Ademais, a adoção desse trato ajuda na redução do emprego de mão de obra com o coroamento (COSTA; MÜLLER, 1995).

Podas de formação, produção e limpeza

A poda está relacionada ao desponte, desbrota, corte e limpeza de partes vegetativas da planta (SALDANHA; SANTOS, 2018). A técnica é utilizada para alterar e orientar o crescimento vegetativo da planta, equilibrando o crescimento vegetativo e a fase reprodutiva (FACHINELLO *et al.*, 2008), visando melhorar o arejamento e a luminosidade na copa, facilitar a realização dos tratos culturais e a colheita, bem como aumentar a produção de frutos (COSTA; MÜLLER, 1995).

As mudas de biribazeiro devem ser transplantadas quando atingirem 30-40 cm de altura (COSTA; MÜLLER, 1995). No campo, considerando que possuem crescimento vertical, deve ser realizado o primeiro desponte (eliminação do broto terminal) quando as plantas atingirem 50 cm de altura (COSTA; MÜLLER, 1995), objetivando estimular a brotação de ramos laterais.

A **poda de formação** consiste na eliminação de todos os ramos laterais até 1,0-1,5 m do solo (CALZAVARA, 1970; COSTA; MÜLLER, 1995). Seu objetivo é formar uma boa estrutura e simetria de copa, além de garantir resistência aos galhos no período da frutificação.

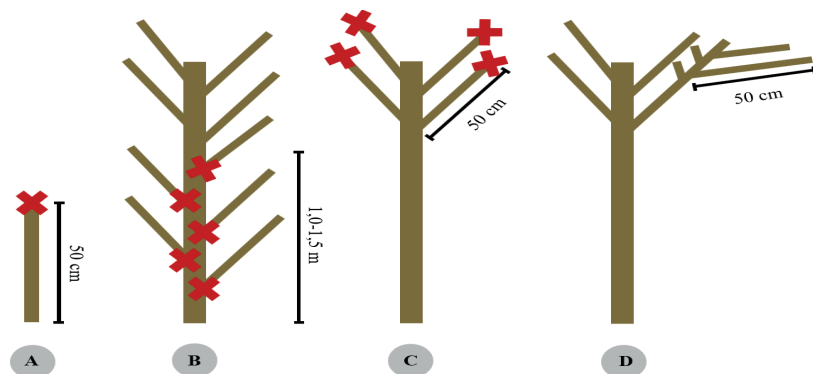
Não existem informações em relação ao número de ramificações que deve ser deixado no biribazeiro após a poda de formação. No entanto, para gravioleira, ateira, e atemoieira, recomenda-se manter de três a quatro brotações, que estejam acima de 1,0-1,5 m e bem distribuídas ao longo do diâmetro do tronco, se possível nos sentidos norte-sul e leste-oeste, para serem as futuras ramificações definitivas da planta (PINTO; SILVA; 1995; ARAÚJO FILHO, 1998; SANTOS *et al.*, 2001; QUEIROGA *et al.*, 2023).

Por fim, deve-se permitir que as brotações escolhidas cresçam até 50 cm, realizando-se um segundo desponte, para estimular a formação de três a quatro brotações (ARAÚJO FILHO *et al.*, 1998; QUEIROGA *et al.*, 2023). Esse procedimento deverá ser repetido até as plantas atingirem 2,0-2,5 m de altura (PINTO; SILVA; 1995; ARAÚJO FILHO *et al.*, 1998; SANTOS *et al.*, 2001; QUEIROGA *et al.*, 2023).

Os ramos futuros devem ser conduzidos de modo a abrir a copa da planta, sendo que aqueles que estejam entrelaçados ou para dentro da copa devem ser removidos (SANTOS *et al.*, 2001).

O esquema da poda de formação do biribazeiro pode ser visto na Figura 4. Ressalta-se que experimentos devem ser conduzidos a fim de verificar a resposta do biribazeiro a esses procedimentos, já que são adaptados de outras anonáceas.

Figura 4 - Esquema da poda de formação do biribazeiro. **A:** Altura da planta para realizar o primeiro desponte; **B:** Altura da planta para realizar a eliminação dos ramos laterais; **C:** Comprimento do ramo da planta para realizar o segundo desponte; **D:** Comprimento do ramo da planta para realizar o terceiro desponte.



Fonte: Lohan de Souza Soares (2025).

A **poda de produção ou frutificação** deve ser realizada após a formação da copa (FACHINELLO *et al.*, 2008). Em biribazeiro, considerando que as flores surgem nos ramos do ano, recomenda-se realizar o desponte dos ramos terminais para estimular novas brotações. Essa prática deve ser realizada a cada colheita para que os novos ramos vigorosos substituam os ramos velhos, que tendem a formar frutos cada vez menores (COSTA; MÜLLER, 1995).

Em ateira, os ramos terminais que apresentarem diâmetro de 0,8 a 1,0 cm são encurtados em 20 a 40 cm de comprimento e, posteriormente, desfolhados para estimular o surgimento de gemas, sendo que devem ser mantidas de quatro a seis (SANTOS *et al.*, 2001). É importante que algumas folhas sejam deixadas para que a planta não interrompa abruptamente o seu processo metabólico (QUEIROGA *et al.*, 2023). Para o biribazeiro também são necessários experimentos para determinar a viabilidade dessa prática.

Após a produção, as fruteiras entram em repouso fisiológico, sendo esse o momento de realização da **poda de limpeza** (SALDANHA; SANTOS, 2018).

Consiste na eliminação de ramos em excesso, mal posicionados, secos, fracos, finos, acometidos de pragas, doenças e parasitas, e improdutivos (CALZAVARA, 1970; SALDANHA; SANTOS, 2018). Além disso, devem ser removidos aqueles ramos que estejam voltados para o solo (COSTA; MÜLLER, 1995).

Caiação do tronco

A caiação é o ato de pintar o tronco até a primeira ramificação com solução à base de cobre, visando a proteger a casca do tronco da planta (CALZAVARA, 1970).

Ensacamento dos frutos

Os frutos podem ser ensacados com plástico leitoso (PEREIRA *et al.*, 2009), a fim de proteger do ataque de pássaros e outros animais, ou de algumas pragas, como da broca-do-fruto [*Cerconota anonella* (Lepidoptera: Stenomatidae)] e da broca-da-semente [*Bephratelloide pomorum* (Hymenoptera: Eurytomidae)] (PEREIRA *et al.*, 2009; BRAGA SOBRINHO; MESQUISTA, 2017).

CONCLUSÃO

Espera-se que os tratos fitotécnicos descritos neste capítulo de revisão possam ser empregados em futuros pomares comerciais, a fim de aumentar a produção e melhorar a qualidade dos frutos do biribazeiro.

Por fim, foi constatada a necessidade de aprofundamento de estudos experimentais para alguns tratos, em especial adubação e podas de formação e frutificação.

REFERÊNCIAS

ARAÚJO FILHO, G. C.; ANDRADE, O. M. S.; CASTRO, F. A., SÁ, F. T. **Instruções técnicas para o cultivo da ateira**. Fortaleza: Embrapa Agroindústria Tropical, 1998. 9 p. (Instruções Técnicas, 1). Disponível em: <https://ainfo.cnptia.embrapa.br/digital/bitstream/CNPAT-2010/5377/1/lt-001.pdf>. Acesso em: 04 jul. 2025.

BRAGA SOBRINHO, R.; MESQUISTA, A. L. M. Manejo de pragas das anonáceas. **Informe Agropecuário**, v. 38, n. 297, 2009. p. 94-102. Disponível em: <https://www.alice.cnptia.embrapa.br/alice/bitstream/doc/1097939/1/Manejo-de-Pragas.pdf>. Acesso em: 03 jul. 2025.

BRASIL E. C.; CRAVO M. S.; VIÉGAS I. J. M. **Recomendações de calagem e adubação para o estado do Pará**. 2. ed. Brasília: Embrapa, 2020. 419 p. Disponível em: <https://www.infoteca.cnptia.embrapa.br/infoteca/bitstream/doc/1125022/1/LV-RecomendacaoSolo-2020.pdf>. Acesso em: 04 jul. 2025.

CAVALCANTE, P. B. **Frutas Comestíveis na Amazônia**. 7. ed. Belém: Museu Paraense Emílio Goeldi, 2010. 282 p.

CALZAVARA, B. B. G. **Fruteiras**: Abricozeiro, bacurizeiro, biribazeiro, cupuaçuzeiro. Belém: Instituto de Pesquisas e Experimentação Agropecuárias do Norte, 1970. p. 71-77. Disponível em: <https://www.infoteca.cnptia.embrapa.br/infoteca/bitstream/doc/376699/1/IPEANCulturasAmazonia3.pdf>

COSTA J. P. C.; MÜLLER, C. H. **Fruticultura Tropical**: O biribazeiro (*Rollinia mucosa* (Jacq.) Baill.). Belém: EMBRAPA-CPATU, 1995. 35 p. (Documentos, 84). Disponível em: <https://www.infoteca.cnptia.embrapa.br/infoteca/bitstream/doc/374326/1/CPATUDoc84.pdf>. Acesso em: 04 jul. 2025.

DONADIO, L. C.; MÔRO, F. V.; SERVIDONE, A. A. **Frutas Brasileiras**. Jaboticabal: Novos Talentos, 2002. 288 p.

DONADIO, L. C. **Dicionário das Frutas**. Jaboticabal: FUNEP, 2007. 300p.

FACHINELLO, J. C.; NACHTIGAL, J. C.; KERNSTEN, E. **Fruticultura**: Fundamentos e práticas. Pelotas: EDUFPEL, 2008. 175 p. Disponível em: <https://wp.ufpel.edu.br/fruticultura/files/2017/05/Livro-de-Fruticultura-Geral.pdf>. Acesso em: 04 jul. 2025.

KINUPP, V. F.; LORENZI, H. **Plantas Alimentícias Não Convencionais (PANC) no Brasil**: Aspectos de identificação, aspectos nutricionais e receitas ilustradas. 2. ed. Nova Odessa: Jardim Botânico Plantarum, 2021. 662 p.

LEMOS, E. E. P. (*Annona mucosa*): Biribá. In: CORADIN, L.; CAMILLO, J.; PAREYN, F. G. C. **Espécies nativas da flora brasileira de valor econômico atual ou potencial**: Plantas para o futuro: Região Nordeste. Brasília: MMA, 2018. p. 129-136. Disponível em: https://www.gov.br/mma/pt-br/assuntos/biodiversidade-de-biomas/biodiversidade1/copy_of_LivroNordeste21122018.pdf. Acesso em: 03 jul. 2025.

LIM, T. K. **Edible Medicinal and Non-Medicinal Plants**: Volume 1, Fruits. Dordrecht: Springer Science+Business Media B.V., 2012. 824 p.

LOVE, K.; PAULL, R. E. **Rollinia**. Honolulu: University of Hawaii, 2011. 6p (Fruit, Nut, and Beverage Crops Series; F_N-21). Disponível em: <https://scholarspace.manoa.hawaii.edu/items/116892fd-bb73-4cc1-a263-065ac764995e>. Acesso em: 04 jul. 2025.

OLIVEIRA, M. V. S. *et al.* Efeito ninficida dos extratos da semente do biribá (*Annona mucosa* Jacq.) no controle da mosca-branca (*Bemisia tabaci*). In: CONGRESSO BRASILEIRO DE QUÍMICA, 35, 2022, Rio de Janeiro. **Anais** [...]. Rio de Janeiro: ABQ, 2022. Disponível em: <https://www.abq.org.br/cbq/2022/trabalhos/7/810-197.html>. Acesso em: 04 jul. 2025.

PEREIRA, M. C. T. *et al.* Efeito do ensacamento na qualidade dos frutos e na incidência da broca-dos-frutos da atemoieira e da pinheira. **Bragantia**, v. 68, n. 2, 2008. Disponível em: <https://www.scielo.br/jbrag/a/mLxwYjnwBZCT6SHJmJP6tqs/?lang=pt>. Acesso em: 03 jul. 2025.

PINTO, A. C. Q.; SILVA, E. M. **A cultura da graviola**. Brasília: Embrapa-SPI, 1995. 102 p. (Coleção Plantar, 31). Disponível em: <https://www.infoteca.cnptia.embrapa.br/infoteca/bitstream/doc/114141/1/Aculturadagraviola.pdf>. Acesso em: 03 jul. 2025.

QUEIROGA, V. P. *et al.* Sistema produtivo de pinheira (*Annona squamosa* L.). In: QUEIROGA, V. P. *et al.* **Pinha (*Annona squamosa* L.)**: Tecnologias de plantio e utilização. Campina Grande: AREPB, 2023. p. 10-130. Disponível em: <https://ainfo.cnptia.embrapa.br/digital/bitstream/doc/1162817/1/Sistema-produtivo-pinheira-2023.pdf>. Acesso em: 04 jul. 2025.

SALDANHA, C. B; SANTOS, C. S. F. **Fruticultura**. Londrina: Editora e Distribuidora Educacional S.A, 2018. 236p. Disponível em: http://cm-cls-content.s3.amazonaws.com/201801/INTERATIVAS_2_0/FRUTICULTURA/U1/LIVRO_UNICO.pdf. Acesso em: 04 jul. 2025.

SANTOS, C.R. *et al.* **Produção de atemoia no Submédio São Francisco**. Petrolina: Embrapa Semi-Árido, 2001. 10 p. Disponível em: <https://www.infoteca.cnptia.embrapa.br/bitstream/doc/151160/1/COT103.pdf>. Acesso em: 03 jul. 2025.

VIÉGAS I. J. M. *et al.* Gravioleira. In: BRASIL, E. C.; CRAVO, M. S.; VIÉGAS I. J. M. **Recomendações de calagem e adubação para o estado do Pará**. 2. ed. Brasília: Embrapa, 2020. p. 355-356. Disponível em: <https://www.infoteca.cnptia.embrapa.br/infoteca/bitstream/doc/1125022/1/LV-RecomendacaoSolo-2020.pdf>. Acesso em: 04 jul. 2025.

LEIBNIZ INSTITUTE OF PLANT GENETICS AND CROP PLANT RESEARCH (IPK). *Rollinia mucosa*. In: **MANSFELD'S WORLD DATABASE OF AGRICULTURAL AND HORTICULTURAL CROPS**. Gatersleben: IPK, s.d. Disponível em: https://mansfeld.ipk-gatersleben.de/apex/f?p=185:46:12566165385876::NO::module,mf_use,source,akzanz,rehm,akzname,taxid:mf,,botnam,0,,Annona%20mucosa,28837. Acesso em: 04 jul. 2025.

DESAFIOS E PERSPECTIVAS DA PROPAGAÇÃO DA FIGUEIRA NO BRASIL

Eduardo William de Araújo Costa

Universidade Federal do Piauí (UFPI)

Maria Eduarda Souza de Sá

Universidade Federal do Piauí (UFPI)

Kamilla Dias Pessoa

Universidade Federal do Piauí (UFPI)

Ramón Yuri Ferreira Pereira

Universidade Federal do Piauí (UFPI)

Amanda Meneses da Silva

Universidade Federal do Piauí (UFPI)

Jenilton Gomes da Cunha

Universidade Federal do Piauí (UFPI)

Gabriel Barbosa da Silva Júnior

Universidade Federal do Piauí (UFPI)

RESUMO

A figueira (*Ficus carica* L.) é uma das culturas mais antigas que se tem conhecimento, com relevância histórica, nutricional e econômica. No Brasil, sua produção ainda é limitada, apesar da adaptabilidade da planta a diferentes condições climáticas, devido ao baixo conhecimento sobre técnicas apropriadas de propagação da cultura. A propagação ocorre predominantemente por esta- cas, o que garante a preservação genética, mas limita a variabilidade e dificulta o melhoramento genético, além de que essa técnica é dificultada pelo baixo enraizamento da própria cultura, que reduz a quantidade de mudas aptas para a formação de pomares comerciais. A cultivar 'Roxo-de-Valinhos' é a principal em cultivo nacional devido à sua rusticidade e produtividade. Devido a falta do principal polinizador natural no país os frutos desenvolvidos são partenocárpi- cos, o que pode impacta a qualidade para exportação pois desenvolve frutos menos doces que os produzidos na sua região de origem. O uso de técnicas adequadas de manejo, irrigação e propagação pode elevar a viabilidade da cultura, mas a escassez de estudos e tecnologias ainda representa um desafio à expansão da figueira no Brasil.

Palavras-chave: *Ficus carica* L; fruticultura temperada; produção de mudas.

INTRODUÇÃO

A figueira (*Ficus carica* L.) é datada de épocas remotas não se sabendo ao certo o centro de origem, mas tem se conhecimento que a cultura foi moldada ao longo dos anos, de uma espécie selvagem para uma com características aptas ao consumo relacionado a doçura, tamanho e coloração (Leonel; Sampaio, 2011).

Em 2021 o continente americano teve cerca de 5% na participação na produção mundial de figos com uma produção em torno de 67.779,45 Kg/ha, uma participação ainda pequena, visto o potencial produtivo da cultura em diferentes condições edafoclimáticas (FAO, 2023).

O enraizamento das estacas é a principal forma de propagar a cultura, que permite instalar pomares homogêneos pela seleção de genótipos de interesse econômico, por ser propagada por estacas vegetativas conserva as características da planta matriz. A dificuldade de adquirir plantas oriundas de fusão gamética, faz com que exista pouca variabilidade genética na cultura que dificulta o desenvolvimento de programas de melhoramento para a cultura (Miranda et. al., 2019).

A propagação por sementes é utilizada principalmente para programas de melhoramento, entretanto, no Brasil, não há produção de mudas por sementes, devido à falta do principal agente polinizador, *Blastophaga psenes*, que não existe no país, embora a Embrapa Meio Ambiente esteja iniciando os estudos de maneira quarentenária com este polinizador, sendo que os frutos comercializados até então são partenocárpicos (Boliani et al., 2019; Tordin, 2025).

A aquisição de mudas de boa sanidade é um dos principais requisitos para a instalação de pomares com alta rentabilidade, no Brasil, a principal cultivar desenvolvida em escala comercial é "Roxo-de-Valinhos" pela adaptabilidade as diferentes condições edafoclimáticas, vigor e resposta produtiva quando submetida a poda drástica. O desbaste dos ramos é realizado quando atingem por volta de 10 cm de comprimento, deixando entorno de 6 ramos para frutos destinados ao consumo in natura e 12 ramos para figos-verdes destinados a indústria (Nava et. al., 2015).

Apesar de ser uma cultura muito antiga, ainda há poucos estudos relacionados a cultura, principalmente nas maneiras de propagar, o que dificulta no desenvolvimento de pomares rentáveis e produção de mudas de qualidade,

além de que, essa carência de estudos sobre a figueira prejudica a popularização da cultura.

Este estudo teve como objetivo realizar uma ampla revisão bibliográfica sobre a cultura da figueira, abordando aspectos históricos, agrônômicos e econômicos, com foco no desenvolvimento do cenário agrícola brasileiro, destacando os principais avanços e limitações enfrentadas pela cultura nos últimos anos, no que se refere à propagação, e adaptação. A partir desse levantamento, buscou-se contribuir para a ampliação do conhecimento técnico-científico sobre a espécie, e as estratégias de manejo e expansão da cultura no país.

DESENVOLVIMENTO

Aspectos gerais e morfológicos

A figueira é caracterizada como uma das culturas mais antigas que se tem registro, embora não se tenha informações precisas de como ocorreu o processo de domesticação e de como as plantas cultivadas se tornaram aptas para a produção e consumo. Boa parte do que se conhece atualmente sobre a origem e domesticação da cultura é devido a descobertas arqueológicas em sítios na região da Grécia e Mesopotâmia, além de exemplares fossilizados de frutos e sementes pela região mediterrânea (Leonel; Sampaio, 2011).

Considerada como símbolo de honra e fertilidade por diversos povos antigos, é cultivada desde os períodos remotos da história da humanidade, sendo desenvolvida na região mediterrânea antes mesmo do trigo e da cevada.

A figueira (*Ficus carica* L.), pertence à família Moraceas abrangendo cerca de 1000 espécies, cujo o principal interesse é o desenvolvimento e uso para a jardinagem. Seu porte é do tipo arbustivo devido as podas realizadas que facilita nos processos de frutificação e colheita dos frutos. O látex presente na planta possui uma alta quantidade de ficcina uma enzima proteolítica encontrada principalmente em frutos imaturos que pode ocasionar dermatite severa entre consumidores e colhedores (Medeiros, 2002).

As flores são pequenas e unissexuais podendo ser pistilada (feminina) do pistilo longo ou do pistilo curto e estaminada (masculina). O pistilo curto da flor torna a planta apta para a polinização pela vespinha-do-figo (*Blastophaga*

psenes), no Brasil a ausência deste polinizador dará origem a frutos partenocárpicos, com menor teor de açúcares influenciando diretamente na qualidade para a exportação (Kjellber *et al.*, 1987).

Por causa das flores se encontrarem uma estrutura suculenta fechada denominada sicônio e possuir uma abertura diminuta na extremidade (ostíolo) que dificulta a polinização, em consequência a isto prejudica o desenvolvimento de programas de melhoramentos, assim a diversidade genética da maioria das espécies *Ficus carica* L. se baseiam em mutações espontâneas, que são multiplicadas por estacas caulinares (Kotz *et al.*, 2011).

Atualmente no Brasil, está sendo desenvolvido estudos com a introdução do agente polinizado *Blastophaga psenes*, pela Embrapa Meio Ambiente, na estação Costa Lima que possibilitara a produção de frutos de maior qualidade com sementes, pelo processo de ‘caprificação’ que consiste no transporte de pólen de caprifigos para a cultivar de interesse comercial do grupo Smirna, sendo a mais consumida no mundo (Tordin, 2025).

Os frutos possuem um formato piriforme medindo entre 5-7 cm de comprimento variando de acordo com a localidade que é produzido, com tonalidade verde claro a violáceo escuro. O figo não é necessariamente um fruto, mas uma infrutescência derivada de uma inflorescência do tipo capítulo, o sicônio (Kjellberg *et al.*, 2005).

Adaptabilidade e propagação

A figueira possui uma alta adaptabilidade a diferentes faixas de temperatura, demonstrando um bom desempenho tanto em locais de clima temperado como tropical suportando temperaturas de até 40 °C. Quando bem manejada com podas e o desenvolvimento de sistemas de irrigação permite a produção durante todo o ano. (SOUZA *et al.*, 2009).

Por possuir uma boa adaptabilidade pode ser amplamente cultivada em todo o mundo, para a implantação de pomares e o desenvolvimento de mudas de figueira é de grande importância o desenvolvimento de estudos que busquem uma alta produtividade de mudas com alta capacidade produtividade e sanidade (Boliani *et al.*, 2019).

Atualmente a principal forma de propagação e de maior rentabilidade é através de estacas lenhosas com gemas laterais, no qual, sob condições adequadas em estufas com uso de nebulização, ocorre a formação de raízes adventícias (Figura 1), que dará origem a um novo indivíduo idêntico a planta-mãe. Estacas plantadas diretamente no campo estão relacionadas diretamente a falhas nos pomares, sendo recomendado o desenvolvimento prévio de mudas saudias que ocasionará em uma maior segurança de pegamento e homogeneidade do local (Nogueira *et al.*, 2007).

Figura 1 - Desenvolvimento inicial (A e B) e crescimento radicular de estacas de figueira (C).



Fonte: Imagem do autor.

Plantas cultivadas em clima temperado necessitam de poda hiberna realizada no fim do inverno, coincidindo com o período de brotações que influenciando na produtividade que é alcançada pelo desenvolvimento dos novos ramos (Norberto *et al.*, 2001).

O período da poda pode variar conforme o objetivo que se deseja alcançar podendo acelerar ou retardar a produção. As podas na figueira atuam no estímulo da quebra de dormência, tendo em vista que os ferimentos causados nos tecidos desencadeiam reações na fisiologia da planta estimulando o crescimento de meristemas (Norberto *et al.*, 2001).

Após a realização da poda, estacas saudáveis são selecionadas para a produção de mudas, pelo melhor desempenho de propagação de espécies lenhosas por este método. As estacas podem ser propagadas diretamente no campo quando este possui condições ideais para seu desenvolvimento, no entanto é recomendado o desenvolvimento de mudas, assim é possível uma

maior segurança na instalação no campo como observado na figura 2C de uma muda apta para campo (Boliani *et al.*, 2019).

Figura 2 - Diferentes estágios de mudas de figueira propagadas pelo método de estaquia com 4, 5 e 6 semanas de desenvolvimento respectivamente.



Fonte: Imagem do autor.

Manejo Agrícola

Durante o desenvolvimento de áreas de produção e instalação de pomares é necessário primeiramente, um breve estudo da área e levantamento de informações acerca de preços, vias de escoamento da produção e distancia para o mercado consumidor, isto permite prever eventuais problemas e contornar situações adversas (Fronza; Diniz, 2014).

Um dos principais entraves para o desenvolvimento da fruticultura no semiárido é o desenvolvimento de sistemas de irrigação que supram a necessidade da cultura. Estudos realizados por Moura *et al.*, (2023) verificou que laminas de irrigação entre 85% a 95% da evapotranspiração da cultura (ETC) possuem um melhor desempenho hídrico e produção de frutos de qualidade.

O uso de adubos orgânicos tem demonstrado um bom desempenho na produção da copa das plantas, acúmulo de biomassa seca, e desenvolvimento da parte aérea e radicular. Seu emprego no desenvolvimento da cultura tem demonstrado uma boa viabilidade pelos baixos custos que possibilita um bom desenvolvimento e acessibilidade da produção por pequenos agricultores, permitindo uma produção mesmo quando o pacote tecnológico é baixo (Lopes *et al.*, 2020).

Etapas da cadeia de produção agroindustrial da figueira

O bom desempenho da produção figo é em grande parte devido sua alta resposta a diferentes condições climática, rusticidade e ampla variedade de subprodutos que a cultura pode fornecer, não se restringindo apenas a produção de frutos, mas também no uso de suas folhas para a produção de bebidas fermentadas, ramos como propágulos e extração da ficcina como pelas propriedades hidrolisantes (Campagnolo *et al.*, 2009).

No Brasil a cultivar comercial roxo-de-Valinhos, é a principal destinada a diferentes mercados influenciada pelo grau de maturação em que é colhido, com características que favorece seu desenvolvimento relacionado a seu valor econômico, vigor, produtividade e rusticidade (Paula; Isepom; Corrêa, 2007).

A aceitação dos pelos consumidores é por frutos quase que totalmente maduros, refletido pela coloração da casca e firmeza da polpa indicando o estágio de maturação e qualidade. A sensibilidade dos figos exige que os frutos sejam manejados corretamente, evitando o amontoamento dos frutos e a temperatura elevadas que ocasionariam a deterioração o tornando indesejável para o consumo (Allegra *et al.*, 2017).

Por ser um fruto climatérico, com uma alta capacidade de amadurecer depois de colhido, que reflete em uma alta perecibilidade, com vida útil estimada em menos de uma semana se armazenada em temperatura ambiente. Para contorna esta situação os frutos devem ser colhidos pela manhã e encaminhados para os centros de comercialização no mesmo dia (Paula; Isepom; Corrêa, 2007).

O figo está entre as vinte frutífera mais produzidas no Brasil, ocupando o terceiro lugar em volume comercializado para frutas de clima temperado, com o cultivo baseado em uma única variedade, o Roxo de Valinhos, devido ao vigor e produtividade. Na tabela 1 é exposto dados para a produção da cultura nos últimos anos, o rendimento teve uma queda em 2020 em decorrência da pandemia pela Covid-19, responsável pela queda na economia em vários setores.

Tabela 1 - Produção Agrícola - Lavoura Permanente para a cultura da figueira, IBGE.

Ano	Produção (t)	Valor da produção (x 1000) R\$	Área colhida (ha)	Rendimento (kg/ha)
2023	20.881	128.050,00	2.006	10.409
2022	18.227	136.224,00	2.130	8.557
2021	22.071	137.512,00	2.027	10.889
2020	19.639	113.624,00	2.126	9.238
2019	22.526	89.202,00	2.207	10.207
2018	23.674	80.277,00	2.410	9.823
2017	25.891	70.831,00	2.592	9.989

Fonte: IBGE, 2025.

CONSIDERAÇÕES FINAIS

O cultivo de figueiras em escala comercial ainda é relativamente pequeno no Brasil, apesar de ter ganhado força nos últimos anos devido suas características físicas, nutricionais e versatilidade da produção.

A dificuldade de enraizamento das estacas representa um dos principais obstáculos para a propagação eficiente da figueira, comprometendo diretamente a formação de mudas vigorosas e com padrões de qualidade adequada que limita a produção de plantas matrizes em quantidade e qualidade suficientes para a implantação de pomares. Como consequência, há uma restrição na expansão da cultura, tanto em termos de área plantada como para novas regiões. A escassez de mudas também impacta negativamente na adoção da figueira por novos produtores, afetando a cadeia produtiva e o desenvolvimento da fruticultura nacional.

Apesar de ser uma das culturas mais antiga que se tenha registo, ainda a poucos trabalhos relacionados ao desenvolvimento e a produção de mudas e de frutos, que dificulta a instalação de pomares comerciais com alta produtividade e viabilidade econômica, sendo um dos principais obstáculos para a popularização da cultura, bem como a expansão para outras regiões do país.

REFERÊNCIAS

- ALLEGRA, A.; SORTINO, G.; INGLESE, P.; SETTANNI, L.; TODARO, A.; GALLOTTA, A. The effectiveness of *Opuntia ficus-indica* mucilage edible coating on post-harvest maintenance of 'Dottato' fig (*Ficus carica* L.) fruit. *Food Packaging And Shelf Life*, v. 12, p. 135-141, 2017.
- BOLIANI, A.C.; FERREIRA, A.F.A.; MONTEIRO, L.N.H.; SILVA, M.S.C.; ROMBOLA, A.D. Advances in propagation of *Ficus carica* L. *Rev. Bras. Frutic., Jaboticabal*, v. 41, n. 3, 2019.
- CAMPAGNOLO, M.A.; PIO, R.; DALASTRA, I. M.; CHAGAS, E.A.; GUIMARÃES, V. F.; DALASTRA, G. M. Sistema desponte na produção de figos verdes 'Roxo de Valinhos'. *Ciência Rural*, v. 40, n. 1, p. 25-29, 6 nov. 2009.
- FOOD AND AGRICULTURE ORGANIZATION OF UNITED NATIONS (FAO). Faostat. 2019. Available at: <<http://faostat.fao.org/>>.
- FRONZA, D.; HAMANN, J. J. Implantação de pomares. Universidade Federal de Santa Maria, Colégio Politécnico. Rede e-Tec Brasil, 1. ed., 2014.
- IBGE – Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística. **Censo agropecuário 2023**: Brasil, Grandes Regiões e Unidades da Federação. 2023. Disponível em: <https://www.ibge.gov.br/explica/producao-agropecuaria/figo/br>. Acesso em: 27 jun. 2025.
- KJELLBERG, F.; BRONSTEIN, J. L.; VAN GINKEL, G.; GREEFF, J. M.; MOORE, J. C.; BOSSU-DUPRIEZ, N.; CHEVOLOT, M.; MICHALOUD, G. Clutch size: a major sex ratio determinant in fig pollinating wasps?. *Comptes Rendus. Biologies*, v. 328, n. 5, 2005.
- KJELLBERG, F.; GOUYON, H.P.; IBRAHIM, M.; M. RAYMOND, M.; VALDEYRON, G. The stability of the symbiosis between dioecious figs and their pollinators: a study of *figus carica* l. and *Blastophaga psenes* l. *Evolution*, v. 41, n. 4, p. 693-704, 1987.
- KOTZ, T.E.; PIO, R.; CAMPAGNOLO, M.A.; CHAGAS, E.A.; DALASTRA, I.M. Enxertia em figueira 'Roxo de Valinhos' por borbulhia e garfagem. *Bragantia, Campinas*, v. 70, n. 2, p.344-348, 2011.
- LEONEL, S.; SAMPAIO, A. C. (Org.) . *A Figueira*. 1. ed. São Paulo: Editora UNESP, 2011. v. 1. 396p.
- MEDEIROS, A. R. M. de. *Figueira (Ficus carica L.) do plantio ao processamento caseiro*. Pelotas: Embrapa Clima Temperado, 2002. 16 p. (Embrapa Clima Temperado. Circular Técnica, 35).
- MIRANDA, A. C.; QUEIROZ, A. P. M.; SOARES, I. E. F.; MONTE JÚNIOR, F. A. C.; AGUIAR, C. D.; PEREIRA, G. A. Production of fig seedlings in alternative substrates in the Upper-Middle Gurgueia region. *Comunicata Scientiae*, v. 10, n. 3, p. 396-401, 2019.
- MOURA, E.A.; MENDONÇA, V.; FIGUEIRÊDO, V. B.; OLIVEIRA, L. M.; MELO, M. F.; IRINEU, T. H. S.; ANDRADE, A. D. M.; CHAGAS, E. A.; CHAGAS, P. C.; FERREIRA, E. S. Irrigation Depth and Potassium Doses Affect Fruit Yield and Quality of Figs (*Ficus carica* L.). *Agriculture*, v. 13, n. 3, p. 640, 2023.
- NAVA, G. A.; SANTIN, J.; BATISTA, V. V.; PAULUS, D. Desbaste de ramos influencia na produtividade e qualidade do figo 'Roxo de Valinhos'. *Revista de Ciências Agroveterinárias*, v. 14, n. 1, p. 29-37, 2015.
- NOGUEIRA, A.M.; CHALFUN, N.N.J.; DUTRA, L.F.; VILLA, F. Propagação de figueira (*figus carica* L.) por meio de estacas retiradas durante o período vegetativo. *Ciênc. agrotec., Lavras*, v. 31, n. 3, p. 914-920, 2007.

NORBERTO, P. M.; CHALFUN, N. N. J.; PASQUAL, M.; VEIGA, R. D.; MOTA, J. H. Efeito de época de poda, cianamida hidrogenada e irrigação na produção antecipada de figos verdes. *Pesquisa Agropecuária Brasileira*, Brasília, DF, v. 36, n. 11, p. 1363-1369, nov. 2001.

PAULA, L. A.; ISEPOM, J. S.; CORRÊA, L. S. Qualidade pós-colheita de figos do cv Roxo-de-Valinhos com aplicação de cloreto de cálcio e fungicidas. *Acta Sci. Agron. Maringá*, v. 29, n. 1, p. 41-46, 2007.

SOUZA, A.P.; SILVA, A.C.; LEONEL, S.; ESCOBEDO, J.F. Temperaturas basais e soma térmica para a figueira podada em diferentes épocas. *Rev. Bras. Frutic., Jaboticabal - SP*, v. 31, n. 2, p.314-322, 2009.

TORDIN, C. Brasil estudará vespinha para polinizar figo. Disponível em: <https://www.embrapa.br/busca-de-noticias/-/noticia/12715251/brasil-estudara-vespinha-para-polinizar-figo>. Acesso em: 01 maio 2025.

CACAUICULTURA E SISTEMAS AGROFLORESTAIS (SAFS): UMA ANÁLISE NO CONTEXTO DO POTENCIAL DO CRÉDITO DE CARBONO NA AMAZÔNIA E AS MUDANÇAS CLIMÁTICAS

João Eduardo Pereira Cardoso

Universidade Federal Rural da Amazônia (UFRA)

Daví Eduardo Furno Feliciano

Universidade Estadual Paulista "Júlio de Mesquita Filho" (UNESP)

Aline Nazaré Habib Guedes

Universidade Federal Rural da Amazônia (UFRA)

Gabriela Cardoso Farias

Universidade Federal do Pará (UFPA)

David Lucas de Oliveira Silva

Universidade Federal do Pará (UFPA)

José Manassés Gomes Rodrigues

Universidade Federal do Pará (UFPA)

Harleson Sidney Almeida Monteiro

Universidade Estadual Paulista "Júlio de Mesquita Filho" (UNESP)

Sinara de Nazaré Santana Brito

Universidade Estadual Paulista "Júlio de Mesquita Filho" (UNESP)

Meirevalda do Socorro Ferreira Redig

Universidade Federal do Pará (UFPA)

Antonia Benedita da Silva Bronze

Universidade Federal Rural da Amazônia (UFRA)

RESUMO

A cacauicultura na Amazônia, quando integrada a sistemas agroflorestais (SAFs), apresenta elevado potencial para conciliar sustentabilidade produtiva, conservação ambiental e geração de renda. Os SAFs favorecem o sequestro e o armazenamento de carbono na biomassa e no solo, configurando-se como estratégia eficaz para inserção da agricultura amazônica no mercado de créditos de carbono. Além de contribuir para a mitigação das mudanças climáticas, essa forma de manejo fortalece a biodiversidade, promove a ciclagem de nutrientes e aumenta a resiliência ecossistêmica e socioeconômica frente às pressões do desmatamento e às oscilações de mercado. Apesar das oportunidades, a consolidação desse modelo depende da superação de desafios técnicos e institucionais, especialmente no que se refere à mensuração e verificação do carbono estocado, ao acesso a políticas públicas de incentivo e à assistência técnica adequada aos produtores. Nesse contexto, a valorização do cacau produzido sob SAFs representa não apenas uma alternativa de incremento de renda por meio do mercado de carbono, mas também um caminho estratégico para posicionar o Brasil como protagonista nas agendas globais de descarbonização, promovendo justiça socioambiental e desenvolvimento sustentável na Amazônia.

Palavras-chave: Biodiversidade; Cacau; Economia de Baixo Carbono; Fruticultura; Sustentabilidade.

INTRODUÇÃO

As mudanças climáticas têm sido um dos grandes debates do século XXI, principalmente como as ações humanas de poluição estão ligadas ao aquecimento global. O aumento do processo de industrialização e exploração dos recursos naturais do planeta, estão diretamente ligadas ao aquecimento atmosférico, já que esses são responsáveis pela emissão dos Gases do Efeito Estufa (GEE) (ROUBUSTE *et al.*, 2022). Sendo assim, a questão ambiental vem sendo pauta de diversas conferências internacionais com o objetivo de encontrar soluções e atribuir responsabilidades aos países quanto à redução das emissões dos GEEs (DUARTE *et al.*, 2020).

A partir desses encontros, vários acordos foram estabelecidos, sendo o principal deles o Protocolo de Quioto, em 1997. Neste protocolo, foram desenvolvidos instrumentos para os países que, historicamente, foram mais prejudiciais ao meio ambiente, pudessem implementar políticas e metas de redução dos GEEs (DUARTE *et al.*, 2020). Um desses instrumentos foi o Mecanismo de Desenvolvimento Limpo (MDL), o qual permite que o Brasil, e outros países que não fizeram parte do acordo, possam participar das metas de redução por meio de negociações. Negociações essas, que implementaram o que chamamos de mercado de carbono, onde cada tonelada de dióxido de carbono (CO₂) retirada da atmosfera ou não emitido, pode ser negociada internacionalmente. No caso do Brasil, essas vendas acontecem em forma de certificados de redução de emissões (RCE) (ANIS *et al.*, 2022). Neste cenário, uma tonelada de CO₂ corresponde à um crédito de carbono, que podem ser vendidos em forma de projetos nos setores energético, de transporte e florestal, sendo certificados e auditados (IPAM, 2023).

Os sistemas agroflorestais (SAFs) vem sendo estudados pela possibilidades de sequestro de carbono e armazenamento na biomassa e no solo (MARTINELLI *et al.*, 2024) podendo ser uma prática interessante para inserir dentro do mercado de carbono. Diante disso, este capítulo busca discutir de que forma o mecanismo de créditos de carbono pode impactar a produção de cacau, tornando-a mais sustentável e economicamente vantajosa.

A cacauicultura na Amazônia assume papel estratégico não apenas no contexto socioeconômico regional, mas também como vetor de mitigação

das mudanças climáticas quando integrada a sistemas agroflorestais (SAFs) (VELOSO *et al.*, 2025). A região, caracterizada por elevada diversidade biológica e complexidade ecossistêmica, reúne condições edafoclimáticas altamente favoráveis ao cultivo do cacauieiro (*Theobroma cacao* L.), o que permite conciliar produtividade agrícola com conservação ambiental (COSTA, 2023; VELOSO *et al.*, 2025).

Além de representar uma alternativa sustentável ao desmatamento e à expansão de monocultivos, a cacauicultura amazônica, quando manejada em SAFs, potencializa o sequestro de carbono por meio da manutenção de cobertura florestal, ciclagem de nutrientes e incremento da matéria orgânica no solo, aspectos diretamente relacionados ao crédito de carbono em mercados emergentes (LOCK; ALEXANDER, 2023). Dessa forma, a produção de cacau na Amazônia não se restringe à geração de renda e inclusão social de agricultores familiares, mas se configura como ferramenta de inserção estratégica do Brasil nas políticas globais de descarbonização e na promoção de modelos resilientes de uso da terra.

Diante disso, este trabalho busca analisar por meio de uma perspectiva integrada e multidimensional, o papel da cacauicultura na Amazônia quando inserida em sistemas agroflorestais (SAFs), considerando seu potencial de mitigação das mudanças climáticas, a capacidade de sequestro e estocagem de carbono, a resiliência ecossistêmica, e as implicações socioeconômicas e ambientais para o desenvolvimento sustentável da região.

DEFINIÇÃO E CARACTERÍSTICAS DOS SAFS

Os SAFS são sistemas produtivos compostos por um consórcio entre culturas agrícolas tanto frutíferas, como madeireiras ou oleaginosas, espécies florestais nativas e podendo ou não compor esse sistema com criação de diferentes animais (EMBRAPA, 2012; PADOVAN *et al.*, 2018; OLIVEIRA *et al.*, 2021). Esses sistemas permitem uma grande variedade em sua composição, dando a possibilidade de utilizarmos desde os sistemas mais simples com poucas espécies, até sistemas mais complexos com grande diversidade de espécies, levando de maneira assertiva as interações ecológicas e econômicas, onde a preservação da fauna e flora, da produção e lucratividade se encontram e

mutuamente se beneficiam (PADOVAN *et al.*, 2018; CAMARGO, 2019; OLIVEIRA *et al.*, 2021; FREDERICO; MORAL, 2022).

VANTAGENS DOS SAFS PARA A PRODUÇÃO AGRÍCOLA SUSTENTÁVEL

Os SAFs têm papel de protagonismo quando se fala em produção agrícola sustentável, conciliada a uma alta produtividade e variedade de culturas. Esse sistema permite o cultivo de diversas culturas consorciadas dando uma maior amparo e segurança ao produtor mesmo diante de problemas climáticos ou mudanças bruscas no mercado, além de garantir a segurança alimentar diante de mundo que vive em constantes mudanças climáticas (ALVES, 2012; SCHEMBERGUE, 2017; SANTOS *et al.*, 2021).

Quando falamos de sustentabilidade temos os SAFs que tem sido cada vez mais utilizados muito utilizados, devido a sua convergência entre produtividade, menos custos e maior sustentabilidade. Esse sistema abrangem princípios de sucessão ecológica, proporcionando maior sequestro de carbono, favorecendo a ciclagem de nutrientes e a posterior disponibilidade dos mesmo no solo, aumentando assim a eficiência de utilização de nutrientes ,o que resulta em uma menor utilização de fertilizantes químicos sintéticos, diminuindo consideravelmente os custos de produção com alta produtividade ,e principalmente , proporciona uma maior sustentabilidade na produção agrícola (ALVES, 2021; SANTOS *et al.*, 2021).

O PAPEL DOS SAFS NA PRESERVAÇÃO AMBIENTAL E NO AUMENTO DA BIODIVERSIDADE

A agricultura convencional fundamentada na monocultura tem se expandido cada vez mais, tendo como consequência muitos impactos ambientais negativos. Esses impactos começam com a perda da biodiversidade, a degradação do solo, a contaminação e escassez de água e contaminação do ambiente com produtos químicos contaminantes, afetando diretamente a fauna e flora nativas (SOUZA, 2018; CAMARGO, 2019; SANTOS *et al.*, 2021).

Diante dessa situação e das problemáticas da agricultura convencional temos os Sistemas Agroflorestais (SAFs), sistemas agrícolas que são antagonistas ao convencional, dando ao agricultor um escape e uma alternativa de produção agrícola sustentável e produtiva. Os SAFs não só evitam a degradação do ambiente, do solo e dos seres vivos no local, mas age de forma contrária a isso, recuperando e preservando o solo, trazendo a ele novamente vida em abundância e alta fertilidade ,além disso os SAFs restauram a fauna e flora de onde são implantados, formando um ecossistema aberto, dinâmico e complexo, elevando a interação sinérgica entre os animais e plantas, aumentando assim a biodiversidade que é fundamental para a conservação ambiental e uma alta produtividade no campo (SOUZA, 2018; CAMARGO, 2019; ALVES, 2021; SANTOS *et al.*, 2021).

INTEGRAÇÃO DO CACAUEIRO COM SISTEMAS AGROFLORESTAIS

A integração do cacaueiro em sistemas agroflorestais (SAFs) proporcionam diversos benefícios, partindo do ecológico ao socioeconômico. Tal associação permite que os sistemas possam contribuir com a preservação da biodiversidade, manutenção da fertilidade do solo, proteger os recursos hídricos e contribuir para o sequestro de carbono. Além disso, também oferece aos produtores a oportunidade de diversificar suas fontes de renda (RÜEGG *et al.*, 2024)

Nesse contexto, a incorporação de árvores de sombra na agricultura de cacaueiro, além de fornecer cobertura essencial, reduz o estresse microclimático nas plantas e contribuindo significativamente para a conservação da biodiversidade. Dessa forma os sistemas agroflorestais podem imitar estruturas florestais, aumentando a riqueza de espécies e a estabilidade ecológica, consequentemente contribuindo com a produtividade (MBOLO *et al.*, 2016). Além disso, as diversas interações das culturas dentro do sistema proporcionam o manejo natural de pragas, junto a isso também diminui a incidência de plantas daninhas reduzindo a necessidade de defensivos (WAINAINA *et al.*, 2021).

É importante destacar a adoção do SAF para a saúde e manutenção do solo. A respeito disso, na Costa do Marfim houve um estudo o qual foi discutido a importância de práticas agrícolas que substituam técnicas que podem degradar

o solo, como o cultivo “a pleno sol”. A revisão demonstrou que sistemas agro-florestais integrados com o cacauzeiro não empobreceram o solo e, as análises químicas nesse sistema satisfazem a necessidade do cacauzeiro quanto a pH, relação C/N e fósforo disponível (KOUADIO *et al.*, 2023).

Além disso, as vantagens socioeconômicas dos SAFs devem ser destacadas. Dessa maneira, a integração de múltiplas espécies em sistemas agro-florestais fornece fontes de renda adicionais para os agricultores por meio da venda de madeira, frutas e outros produtos florestais não madeireiros; consequentemente, facilitando a melhoria dos meios de subsistência e a resiliência econômica (MERINO-GAIBOR *et al.*, 2023). Nesse caso, a prática de integrar cacauzeiro com outras culturas pode melhorar significativamente o estado nutricional dos agricultores e a estabilidade da renda familiar (ALBAN *et al.*, 2023).

Os SAFs também contribuem para estratégias de mitigação climática ao sequestrar carbono, o que é essencial no contexto de acordos climáticos globais que visam reduzir as emissões de gases de efeito estufa. Somado a isso, o potencial de armazenamento de carbono dos sistemas de cacauzeiro cultivados à sombra foi reconhecido como um serviço ecossistêmico significativo, alinhando-se com iniciativas como a: Redução de Emissões por Desmatamento e Degradação Florestal, que busca combinar o uso da terra com mecanismos de mercado de carbono (BERNARD; MINANG, 2019).

Modelos bem-sucedidos de SAFs na cacaucultura

Um exemplo do sistema feito na região de Alto Beni na Bolívia, onde observou-se os benefícios socioeconômicos e ambientais dos SAFs, que indicaram que embora a produtividade do cacau por hectare possa ser inferior ao do monocultivo, outros benefícios podem ser associados como diversidade de alimentos para consumo e comercialização, contribuindo para a diversificação de renda, segurança alimentar, soberania alimentar e resiliência a longo prazo. Tais proveitos não apenas favorecem a conservação da biodiversidade, mas também o equilíbrio do ciclo da água e o sequestro de carbono (RÜEGG *et al.*, 2024)

Outra forma de sistema agroflorestal é o sistema cabruca¹, que trata de um método de produção que realiza raleio selito das florestas nativas para o plantio de cacau, sendo predominante no Sul da Bahia. Dessa forma, o cabruca proporciona maior ciclagem de nutrientes, menor evaporação de água e menor incidência de doenças e pragas (LOSS *et al.*, 2020). Entra em contraste ao monocultivo a pleno sol, que seus métodos são insustentáveis ao meio ambiente como, compactação do solo causada por máquinas agrícolas e o uso excessivo de agrotóxicos (TEIXEIRA, 2005; FARIA *et al.*, 2025).

Portanto, o método cabruca no ponto de vista socioeconômico, quando manejado de forma diversificada e visando a sustentabilidade, apresenta um potencial expressivo para agregar valor à produção de cacau. A possibilidade de integrar outras culturas e espécies florestais nativas no sistema não apenas contribui para a segurança alimentar das famílias agricultoras, mas também pode gerar fontes de renda adicionais (LOSS ET AL., 2020; FARIA *et al.*, 2025).

POTENCIAL DE ARMAZENAMENTO DE CARBONO EM SAFS

Mecanismos de sequestro de carbono nos sistemas agroflorestais

Estamos vivendo ao longo dos anos um aumento significativo de emissão de gases poluentes na atmosfera como dióxido de carbono (CO₂), o metano (CH₄), o ozônio (O₃) e os perfluorcarbonetos (PFCs).Dentre eles o gás carbônico se destaca pela sua quantidade crescente na atmosfera e pela sua atuação protagonista no aumento progressivo do efeito estufa, resultando no aquecimento global, mudanças climáticas aceleradas e desequilíbrio de ecossistemas (MARTINS *et al.*, 2022; CRESPO *et al.*, 2023; MAIA, 2023; SOUZA, *et al.*, 2024).

¹ O sistema cabruca constitui uma forma tradicional de cultivo de cacau na Mata Atlântica, caracterizada pela manutenção da cobertura florestal nativa, na qual espécies arbóreas locais são utilizadas como sombreamento natural para o cacaueiro (*Theobroma cacao* L.). Essa configuração agroflorestal promove não apenas a conservação da biodiversidade regional, incluindo ampla variedade de espécies vegetais e faunísticas, mas também contribui para a manutenção dos serviços ecossistêmicos associados à floresta. Ademais, a interação entre o ambiente sombreado, a diversidade microclimática e a composição florística local favorecem a obtenção de amêndoas de elevada qualidade, com perfis sensoriais diferenciados e atributos de sabor singulares, reconhecidos em mercados especializados de cacau fino e de origem (FARIA *et al.*, 2025).

Diante da perspectiva negativa e consequências devastadoras do aquecimento global, se faz necessário reduzir a quantidade de gás carbônico na atmosfera. Diante disso temos os sistemas agroflorestais (SAFs) que hoje tem sido uma das alternativas agrícolas mais eficientes de diminuir a concentração CO₂, na atmosfera. Segundo estudos os SAFs podem armazenar de 2,5 a 7,5 toneladas de carbono por hectare ano (SILVA *et al.*, 2021).

Esse processo começa com o sequestro do carbono através da fotossíntese, onde o CO₂ é capturado na atmosfera e incorporado na biomassa das plantas (folhas, ramos, galhos, troncos e raízes) e o O₂ é liberado. E, além disso, nesse sistema o CO₂ é sequestrado e armazenado via ciclagem de carbono da biomassa morta, aumentando assim o C orgânico no solo pela biomassa microbiana e matéria orgânica (CRESPO *et al.*, 2023; JÚNIOR, 2023).

A capacidade dos SAFs de mitigar as emissões de gases de efeito estufa

O notório aumento do efeito estufa e o aquecimento global se deve ao aumento significativo da emissão de gases de efeito estufa (GEE), que são como o dióxido de carbono (CO₂), metano (CH₄) e óxido nitroso (N₂O). A produção desses gases está diretamente relacionada às atividades humanas, como nos setores de energia, atividades agropecuárias, nas indústrias e na mudança do uso do solo, sendo o último o principal responsável causador do crescimento da taxa de emissão dos gases de efeito estufa. Assim cada vez mais é necessário estudos para se entender melhor a dinâmica de emissão de gases pelo solo e criar novas técnicas para utilizar o solo de maneira eficiente sem modificar significativamente as estruturas físico-químicas e biológicas do solo (Abreu, 2024).

O uso do solo de forma inadequada, com o excesso do revolvimento, reduz a matéria orgânica presente no solo, causando alterações nos parâmetros químicos, levando assim a queima da biomassa e assim a emissão dos gases de efeito estufa. Uma das técnicas agrícolas que diminui a emissão de gases de efeito estufa é a utilização dos Sistemas agroflorestais, já que esse sistema contribui para preservar e aumentar o teor de matéria orgânica no solo, que é o principal fator de regula a emissão de carbono e dos outros gases de efeito estufa. Portanto os SAFs tendo papel importante na diminuição de emissão desses gases, mantendo os mesmos no solo e na biomassa vegetal, se tornando

uma alternativa viável para uma agricultura com variedade de culturas, retorno econômico e sustentabilidade (MAIA, 2023; ABREU, 2024; ZAFAR, 2024).

Comparação entre a cacauicultura convencional e os SAFs em termos de emissão de carbono

Claramente temos diferenças significativas entre o plantio do cacau no sistema convencional e no sistema agroflorestal, tanto em questão de manejo como nas consequências desse manejo, que mudam a quantidade de emissão de carbono na atmosfera. O sistema convencional, com o monocultivo convencional de cacau, tem uma alta atividade de degradação do solo, utilização de fertilizantes orgânicos sintéticos e apenas uma cultura sendo cultivada. Esses fatores levam diminuição da matéria orgânica no solo (fator que interfere diretamente na absorção de CO₂ pelo solo), aumentam naturalmente a emissão de gases de efeito estufa (CO₂ e NO₂), reduzem a capacidade de armazenamento de carbono na biomassa causando e consequentemente aumentam sua emissão na atmosfera (HERNANDES *et al.*, 2022).

Jacobi em seus estudos em 2014 analisou a diferença de armazenamento de carbono de um sistema convencional de cacauicultura e um sistema agroflorestal simples, ele constatou que os sistema agroflorestal simples armazenou 128 t C/ha, sendo 60 t C/ha no solo, 35 t C/ha em árvores de sombra e a 33 t C/ha biomassa abaixo do solo, já o sistema convencional de cacauicultura teve um armazenamento de 86 t C/ha com cerca de 55 t C/ha no solo, 2 t C/ha em árvores de sombra e 29 t C/ha na biomassa abaixo do solo, deixando evidente a capacidade superior dos SAFs armazenarem o gás carbônico no solo e na biomassa da vegetação ,e assim reduzirem a emissão do mesmo na atmosfera (JACOBI, *et al.*, 2014; HERNANDES *et al.*, 2022).

O MERCADO DE CRÉDITOS DE CARBONO E SUAS OPORTUNIDADES

O funcionamento do mercado voluntário e regulado de créditos de carbono

A partir do evento da Revolução Industrial, as mudanças climáticas tornaram-se uma pauta cada vez mais discutida mundialmente, considerando a emissão de Gases do Efeito Estufa (GEE) para a atmosfera, como o gás carbônico. E nesse sentido, é possível observar que o setor agrícola, aliado a outras atividades humanas, são responsáveis pelas emissões de gases que possuem a capacidade de alteração climática com ações como: desmatamento de áreas para expansão de terras, degradação ambiental, entre outros fatores. Consequentemente, ocorre uma pressão mundial para a realização de práticas e políticas públicas mais rigorosas que possuam como objetivo uma produção sustentável e/ou que possam compensar as ações realizadas (JÚNIOR *et al.*, 2024).

Em relação a isso, o Protocolo de Kyoto, de 1997, é o principal ponto de partida para essa mudança, tendo como objetivo estabelecer metas de redução para emissão de gases do efeito estufa em países desenvolvidos. A partir disso, visando o cumprimento das metas, foram desenvolvidos três mecanismos: o Comércio de Emissões (CE), que autoriza aos países a venda do excesso da capacidade de emissão à países acima de suas metas; a Implementação Conjunta (IC), que exerce uma parceria entre dois ou mais países para atingir as metas de redução; e o Mecanismo de Desenvolvimento Limpo (MDL), que concede aos países desenvolvidos a possibilidade de compensar suas emissões financiando projetos ou comprando redução de emissões em países em desenvolvimento (POYER *et al.*, 2020).

Nessa circunstância, estabelece-se o mercado de crédito de carbono, que é fornecido por uma certificação baseada no MDL, que busca estabelecer uma compensação feita por entidades que não podem reduzir emissões e dessa maneira precisam pagar por essa ação. Nesse contexto, entende-se o crédito de carbono como uma "moeda ambiental" que representa uma tonelada de carbono que deixou de ser emitida para a atmosfera, à exemplo disso, um dos fatores que podem embasar essa dinâmica é sequestro de carbono feito pelas árvores (POYER *et al.*, 2020; SOUZA *et al.*, 2021).

O mercado de crédito de carbono pode ser categorizado pelo modelo regulado ou voluntário. Dessa maneira, o mercado regulado é coordenado por distintos níveis de governança que definem regras para a comercialização do

carbono instituindo obrigações de redução de emissões ou compensação, sendo uma categoria que está atualmente em processo de instauração no Brasil (AVANSO; PAULA, 2022). Ademais, esse mercado pode incluir taxação para emissões, promover incentivos fiscais para tecnologias limpas além de ser integralizado ao mercado voluntário com a compra de créditos para acrescentar e cumprir com as metas instituídas (MARIA, 2024).

Em contrapartida, o mercado voluntário independe de obrigações legais por partes governamentais, sendo realizado por empresas ou indivíduos que realizam a aquisição de crédito de carbono para caracterizar redução ou remoção verificada de emissões, sendo uma categoria que está em vigência no Brasil (AVANSO; PAULA, 2022; MARIA, 2024). É válido ressaltar, que os créditos emitidos por sistemas privados de certificação organizadas é estabelecido voluntariamente por uma série de razões, seja por um compromisso estabelecido ao longo alcance de redução de emissões ou por considerações éticas de cada interessado (KREIBICH; HERMWILLE, 2021).

Como os produtores de cacau podem participar do mercado de carbono?

De maneira estratégica, uma forma dos produtores agrícolas, como os cacaucultores, atuarem no mercado de carbono é utilizando-se da perspectiva da fixação de carbono orgânico no solo, sendo avaliado sua compensação em mercados voluntários. O cenário descrito, é embasado na capacidade do solo em acumular carbono orgânico, o que pode ser alcançado por meio de distintas atividades como áreas de conservação da vegetação e uso de cobertura morta, tornando as lavouras uma peça fundamental para contribuir com a redução de emissões de carbono para a atmosfera (BARBATO; STRONG, 2023).

Além disso, é relevante ressaltar o funcionamento da fixação de carbono no solo, promovido pelo plantio de árvores, como em sistemas agroflorestais, ou devido ao uso de práticas agrícolas sustentáveis. Em relação a isso, as árvores possuem como função o sequestro de CO₂ da atmosfera convertendo-o para componentes de crescimento e podendo também fixar o que é capturado no solo após atingir suas etapas. Além disso, a agricultura regenerativa, também conhecida como plantio direto, proporciona uma cobertura verde que é

disponibilizada ao solo, oriunda das espécies não comercializadas, em que a fixação do carbono é promovida (SANTOS, 2022).

Em vista disso, os produtores que atuam utilizando-se de práticas agrícolas sustentáveis possuem a capacidade de aumentar o estoque de carbono no solo, podendo promover a geração de créditos que poderão ser comercializados posteriormente, além disso, proporcionam maior rendimento das culturas sem comprometer a economia do cultivo. A respeito disso, a Índia é um país que compreende atualmente cerca de 50 projetos agrícolas, que afirmam colaborar com uma redução anual de 37 milhões de toneladas de carbono (CARIAPPA *et al.*, 2024).

Nesse cenário, produtores agrícolas que adotam práticas regenerativas na gestão podem ser elegíveis para participar de programas de compensação de carbono. À exemplo disso, a African Carbon Markets Initiative, uma política de incentivo para o mercado de carbono, propõem o reflorestamento e a conservação ambiental como alternativas de práticas agrícolas para armazenamento de carbono (Africa Carbon Markets Initiative, 2014). Outrossim, um estudo desenvolvido por Contasti *et al.* (2023), demonstram como o cultivo e rendimento de culturas como centeio e soja, podem ser aliados para a geração de créditos de carbono, corroborando com a perspectiva de que o setor agrícola é um dos setores que podem contribuir com esse mercado.

POTENCIAL DE GERAÇÃO DE CRÉDITOS DE CARBONO NA CACAUCULTURA EM SAFS

A análise do potencial de captura de carbono nos sistemas agroflorestais com cacaueiro, é uma prática agrícola elegível para atuar como ferramenta de redução de emissões de GEE, demonstrando o potencial da cultura e do sistema para esse mercado. O fato está associado a estruturação que esse sistema oferece, nesse caso, o uso de culturas perenes apresentam vantagens quando comparadas com culturas anuais, pois possuem a capacidade de estocar carbono por um longo período, e sua instauração não obrigatoriamente irá resultar na exploração de madeira que poderia contribuir com emissão de GEE (SOUZA *et al.*, 2021).

Dessa forma, esse sistema mostra-se eficaz para o armazenamento de carbono, especialmente em áreas tropicais, demonstrando um potencial de 4,8 toneladas de carbono por hectare de armazenados acima do solo, e 2,2 t por hectare de carbono subterrâneo armazenado. No entanto, é válido ressaltar as possíveis mudanças na dinâmica de estoque de carbono que ocorrem nas áreas produtivas conforme os estágios de desenvolvimento dos sistemas agroflorestais (KOUADIO *et al.*, 2025). Com isso, é observador a necessidade de mecanismos de quantificação do estoque de carbono, para estabelecer essa perspectiva.

Conforme discorre em sua pesquisa, Goñas *et al.* (2022), foi realizada a análise de 15 SAFs com cacau em regiões da Amazônia e do Peru, que possuíam idades distintas entre 15 até mais de 40 anos. De acordo com a pesquisa citada, o teor de carbono nos cacaueiros aumentou conforme a sua idade, o que reflete a capacidade dessa espécie em ser utilizada como sequestradora de carbono e contribuinte com essa temática. Além disso, os autores ressaltam que estudos que investigam a potencialidade de armazenamento dessa cultura, podem contribuir com a organização de produtores para obterem acesso ao mercado de crédito de carbono, promovendo benefícios econômicos e ambientais.

Fatores que influenciam a geração de créditos de carbono em SAFs de cacau

Somado a isso, conforme foi refletido alguns fatores podem interferir no acúmulo de carbono. Nesse caso, estudos realizados em Gana, apontam que SAFs de cacaueiros orgânicos possuem maior potencial de armazenamento do que SAFs convencionais, devido apresentarem maior diversidade em espécies para sombra e fazer uso de práticas conservacionistas ao ecossistema (ASIGBAASE *et al.*, 2021). Ademais, o sequestro de carbono mostra-se mais promissor ainda quando comparado sistemas orgânicos de produção ao convencional de cacau, sendo 30% superior, e dessa maneira tornando-se uma forma de incentivar a adoção de práticas sustentáveis para proporcionar a participação dos produtores no mercado de carbono (AGBOTUI *et al.*, 2023).

O fomento institucional e social, também interferem na geração de crédito para SAFs de cacau. A respeito disso, a cadeia de cacau já possui oportunidades no mercado de carbono, contudo a comprovação de acúmulo de estoque de

carbono em plantios já estabelecidos passa a ser uma dificuldade para a venda desse estoque por parte dos produtores (WAACK *et al.*, 2022). Além disso, a adoção desse sistema também é influenciada pela percepção dos produtores sobre os benefícios e manejos operados nessa estrutura, destacando-se a necessidade de apoio extensionista para tecnificação dos produtores e posteriormente entendimento sobre o mercado que pode ser alcançado com os SAFs (AMERINO *et al.*, 2024).

Em contrapartida, o conhecimento sobre a temática proporciona o entendimento sobre a adoção de sistemas agroflorestais com cacau como forma de resiliência climática. Nesse sentido, é possível observar que as variáveis climáticas, como temperatura e vento, podem interferir nos plantios de cacau causando impactos na produtividade e econômicos; por isso, a estratégia em adotar SAFs promove a resiliência climática entre os plantios com a implantação de árvores de sombreamento fornecendo serviços ecológicos (THAM-AG-YEKUM *et al.*, 2023). Dessa maneira, é possível refletir para além dos serviços ecológicos, a possibilidade de construção de crédito de carbono nas áreas que possuem SAFs de cacau.

Estimativas de quantificação de carbono armazenado em SAFs de cacau

É importante salientar que a quantificação de carbono armazenado em plantios agrícolas, é influenciado por diversos fatores como sua idade, densidade de plantio, entre outros. Dessa maneira torna-se fundamental mecanismos que possam estimar o carbono armazenado considerando as atividades agrícolas praticadas. Nesse cenário, o GHG Protocol (Greenhouse Gas Protocol) estabelece um modelo padronizado, mundialmente, que possibilita o processo descrito de forma segura, auxiliando nos planejamentos e possíveis certificações emitidas para o mercado de carbono (SANTOS *et al.*, 2021).

Um estudo desenvolvido em 17 hectares, que possuía 2713 árvores, de diversas espécies e sistemas agrícolas de produção distintos, como em SAFs de cacau, utilizou-se do GHG Florestal e SAFs, para embasar a contribuição da espécie cacaueira no estoque de carbono armazenado na sua biomassa da área. Nesse sentido, foi possível estabelecer, fazendo uso do valor médio de incremento anual de biomassa ao longo de 15 anos das árvores, que o cacau

foi responsável no geral por 40% do carbono estocado (SANTOS *et al.*, 2021). Dessa maneira, é possível observar a significância de conciliar junto com outras culturas o cacau, quando levado em consideração sua utilidade para estoque e também mitigação das emissões de carbono.

Além disso, os sistemas agroflorestais possuem a capacidade de alavancar o carbono orgânico do solo em 21%, além de contribuir positivamente com armazenamento de nutrientes e a estruturação do solo. Em vista disso, em Gana, por exemplo, sistemas agroflorestais com cacau possuem a capacidade de armazenar 61 toneladas por hectare no solo e quase 52 toneladas por hectare na sua folhagem. Somado a isso, na Amazônia Equatoriana, o SAFs com cacau, possui a capacidade, segundo estudos realizados, em armazenar um total de 33 a 42 toneladas de carbono (TINOCO-JARAMILLO *et al.*, 2024).

Outro estudo realizado na Estação da CEPLAC, em Medicilândia no Pará-Brasil, considerou a avaliação em SAFs de cacaueiro que possuíam boas práticas de manejos, como adubação regulada, combate às pragas, controle de plantas invasoras, entre outros, que garantem uma boa produtividade do plantio para estimar o estoque de carbono ao longo do tempo. Nesse sentido, os valores foram estimados para um período de 30 anos, o que resultou em uma percepção de inicialmente maior acúmulo do carbono e posterior estabilização, ocasionando que o carbono estocado no tempo era em média de 5,1 toneladas por hectare ao ano de carbono (PEREIRA NETO, 2012).

ASPECTOS ECONÔMICOS DO CRÉDITO DE CARBONO NA CACAUCULTURA

Como a venda de créditos de carbono pode representar uma nova fonte de receita para os produtores

A valorização dos serviços ambientais ocasionados pela adoção de práticas produtivas sustentáveis, como o plantio em SAFs de cacau, pode ser realizada ao atribuir um pagamento monetário para essas atividades. Dessa maneira, ao ser observado uma maneira de contabilizar uma qualidade atribuída ao plantio de cacau e acompanhar sua manutenção, é um dos primeiros passos para estimar uma linha de mercado para pagamento aos produtores pelas suas

ações, e a compensação relativa ao carbono estocado por ano é fundamental para estabelecer essa dimensão económica (PEREIRA NETO, 2012).

Dessa forma, o mercado de crédito de carbono é uma alternativa atraente para os produtores da cadeia de cacau, pois trata-se de um setor que está em constante crescimento mundialmente além de possui um valor que possui tendências cada vez mais altas de retorno, novas tecnologias para emissão de certificações e negociações de vendas e compras. Nesse contexto, o comércio de crédito pode ser realizado de maneira flexível, seja por meio de leilões, bolsas de valores, entre outros (SANTOS, 2022). Esse fato, pode estimular a participação de produtores nesse segmento, visando estabelecer uma nova fonte de renda aliada aos ganhos obtidos pela produtividade dos plantios.

Modelos econômicos para viabilizar a participação dos produtores de cacau no mercado de carbono

No cenário estabelecido para o crédito de carbono, um dos principais entraves para efetivar a participação de produtores, como no caso do cacau, é estimar uma precificação padronizada globalmente para o carbono estocado. Dessa forma, o que é encontrado são bolsas de crédito voluntárias como a NordPoll(Oslo), por exemplo, e outros projetos que possuem uma precificação heterogênea; e a partir disso, para os produtores terem acesso a esse mercado é válido ressaltar a importância de documentações como o Cadastro Ambiental Rural (CAR), Imposto Territorial Rural (ITR) e matrícula da propriedade, além da possibilidade de pequenos e médios produtores estarem associados a cooperativas ou organizações para facilitar os processos burocráticos de implementação de crédito (AVANSO; PAULA, 2022).

Em vista disso, um modelo possível para os produtores é o mercado voluntário de crédito de carbono. A adoção desse modelo em um sistema agro-florestal na Indonésia, possibilitou ao realizar a Venda de Reduções Voluntárias de Emissões (VERs) um aumento no VPL dos produtores de 15 a 25%, em média, o que proporcionou a percepção da possibilidade de aliar a produtividade com a contribuição com as reduções de carbono (SANTHYAM; ROZIATY; SUPARTI, 2023). Outra maneira seria assumir o cooperativismo, sendo considerado um estudo realizado por Goñas *et al.* (2022), que demonstrou a viabilidade econômica

de estabelecer um projeto de pagamentos de serviços ambientais no Peru, por meio do carbono armazenado nos plantios, considerado rentável aos produtores.

DESAFIOS E BARREIRAS NA IMPLEMENTAÇÃO DE CRÉDITOS DE CARBONO EM SAFS DE CACAUEIRO

A implementação de créditos de carbono em Sistemas Agroflorestais (SAFs) com cacau enfrenta desafios técnicos, econômicos e institucionais que dificultam sua adoção em larga escala. A ausência de metodologias universalmente aceitas para medir e verificar o sequestro de carbono aumenta os custos e fragiliza o processo de MRV, que se mostra incapaz de lidar adequadamente com suas substituições (KOUADIO *et al.*, 2025; RECLIMATECH, 2023). Além disso, os custos iniciais de implantação, juntamente com a insegurança fundiária e a falta de financiamento de longo prazo, fazem com que os produtores evitem investir em sistemas mais complexos (GRANT *et al.*, 2022). Sem assistência técnica contínua e mecanismos financeiros que reduzam os riscos, muitos agricultores não experimentam um retorno garantido, o que limita a expansão desses projetos (KABA *et al.*, 2024).

No que se refere às experiências práticas, a literatura aborda estudos de caso detalhados de fazendas de cacau que obtêm certificações de carbono e comercializam créditos com sucesso. A maior parte dos relatos consiste em estimativas do potencial de sequestro, sem que haja verificação *in loco* do desempenho financeiro e social (GRANT *et al.*, 2022; BARBATO; STRONG, 2023). Essa lacuna inviabiliza a ampliação das lições aprendidas e das melhores práticas consolidadas, dificultando a validação dos modelos de negócio de novos projetos. Como resultado, ainda não existe um guia de referência contendo recomendações específicas sobre a elaboração e gestão de projetos de carbono em SAFs de cacaueiro (BARBATO; STRONG, 2023).

A quantificação do carbono sequestrado em agroflorestas com cacau é dificultosa, principalmente pela diversidade nas plantações entre cacaueiros, árvores perenes e vegetação espontânea, o que dificulta a distinção por sensoriamento remoto; os métodos via satélite são utilizados como suporte ao monitoramento, apresentam margens elevadas de incerteza (CARDINAEEL *et al.*, 2025). Para medir o carbono no solo de forma confiável, são necessárias amostragens

profundas e frequentes, o que encarece o processo significativamente (SMITH *et al.*, 2020). Vários estudos sobre carbono em SAFs já foram reprovados em auditorias devido a falhas metodológicas comprometedoras, como amostragens inadequadas e ausência de padrões estatísticos (SMITH *et al.*, 2020).

Sistemas completos de MRV (mensuração, relato e verificação) para créditos de carbono em SAFs ainda estão sendo desenvolvidos e não estão plenamente adaptados à realidade de pequenos produtores (SCHILLING *et al.*, 2023). Até mesmo para o carbono do solo, especialistas assinalam que é difícil identificar mudanças mensuráveis em curto prazo, o que prejudica a validade técnica dos créditos (SMITH *et al.*, 2020). Embora existam métodos laboratoriais mais precisos, como frações de carbono orgânico e análises de estabilidade, esses são caros e inviáveis para produtores de pequena e média escala (SCHILLING *et al.*, 2023). Diante dessas limitações, muitos projetos recorrem ao uso de fatores padrão ou modelos de simulação, o que amplia a margem de erro e compromete a credibilidade das reduções reportadas (CARDINAEL *et al.*, 2025).

Nesse caso, pesquisas indicam que o suporte estatal é fundamental para possibilitar a adoção de SAFs de cacau que contemplem créditos de carbono. Um relatório da Tropenbos mostra que a presença de políticas públicas coerentes e coordenadas é essencial para o sucesso desses sistemas (TROPENBOS INTERNATIONAL *et al.*, 2023). Em diversos países, políticas agrícolas e ambientais se contradizem: enquanto uma estimula a intensificação da produção, outra incentiva o plantio de árvores, gerando insegurança jurídica para os agricultores. Quando se estabelece um ambiente político favorável, com incentivos financeiros, distribuição de mudas e assistência técnica, observa-se um aumento significativo na adoção de sistemas agroflorestais.

Outros autores alertam que políticas mal desenhadas podem gerar desigualdade ou desinteresse. O trabalho desenvolvido por Kumeh (2024), por exemplo, critica abordagens impositivas que desconsideram as realidades locais dos pequenos produtores. O autor defende políticas públicas que integrem segurança alimentar e geração de renda às estratégias sustentáveis. Um exemplo positivo é o programa REDD+ em Gana, no qual parte da receita dos créditos de carbono é destinada às comunidades e há capacitação técnica para o manejo sustentável. Para que esse modelo funcione adequadamente, é necessário

compromisso político consistente e regras claras de participação (TROPENBOS INTERNATIONAL *et al.*, 2023).

PERSPECTIVAS FUTURAS E SUSTENTABILIDADE A LONGO PRAZO

O crédito de carbono passa a ser uma importante ferramenta para promover a sustentabilidade, considerando a influência na adoção de práticas mais sustentáveis de produção na agricultura para poder participar desse mercado. Nesse caso, com o aumento da necessidade de soluções socioambientais sustentáveis e a novas políticas globais, é possível observar uma valorização do crédito de carbono. Ou seja, essa visão está diretamente ligada à novas alternativas de cultivos adotados por produtores, como é o caso dos sistemas agroflorestais, pois possuem nesse modelo a capacidade de sequestro de carbono. Além disso, os acordos globais que incentivam a economia de baixo carbono, também é um fator que agrega valor econômico crescente ao mercado de crédito de carbono (MARTINELLI *et al.*, 2024).

Projeções futuras para o mercado de carbono e adoção de SAF na cacauicultura

Para que a adoção de SAF na cacauicultura com intuito de participação no mercado de carbono, faz-se necessário refletir como a regulação desse setor pode ser conciliada com o serviço que já é prestado voluntariamente pelos produtores que possuem esse sistema. Para isso, os benefícios ambientais fornecidos pelos produtores devem ser compensados por meio do setor econômico, visto que, esse tipo de retorno irá promover o desenvolvimento contínuo dessa atividade. Dessa maneira, a taxa recebida pelo produtor deverá ser equivalente à quantidade de carbono que é escoltada pelas espécies cultivadas na área, e dessa forma, ocorre uma compensação tanto ambiental quanto econômica (PEREIRA NETO, 2012).

A conciliação entre a produção cacaueira e o mercado de crédito de carbono, possui benefícios implícitos ao meio ambiente. Como forma de refletir o impacto desse conjunto, é possível observar o que ocorre em Serra Leoa com

o projeto REDD+ na Floresta de Gola que por meio do cultivo de cacau com sombreamento florestal, possibilitou a redução de cerca de 340 mil toneladas de carbono emitidas anualmente no local. Além disso, o projeto citado promove agregação de valor à cadeia de cacau, valorizando o produto final, e possibilitando o enquadramento em uma cadeia sustentável, eficiente e atrativa para diversos mercados, incluindo o de carbono (RAMAN, 2024).

Dessa maneira, quando realizado de forma estruturada, os projetos da linha em crédito de carbono possuem a capacidade de gerar ganhos produtivos e ambientais para a cadeia cacauceira. Nesse caso, segundo o Banco Mundial, quando mencionado os impactos financeiros dessa proposta em Gana, por exemplo, já alcançou-se o arrecadamento de cerca de US\$4,8 milhões dólares com iniciativas que evitaram a emissão de 1 milhão de toneladas de carbono. E somado a isso, a produtividade é aumentada em plantios em que os produtores participam de iniciativas que preservem a floresta, como forma de sombreamento para os cultivos de cacau (WORLD BANK, 2022). Portanto, é possível notar um mercado promissor para créditos de carbono em plantios agroflorestais com cacau, além de ser possível através dessa estrutura alcançar ganhos ambientais.

CONSIDERAÇÕES FINAIS

A análise da cacauicultura integrada a sistemas agroflorestais (SAFs) na Amazônia evidencia que esses arranjos produtivos possuem elevado potencial para conciliar sustentabilidade ambiental, geração de renda e mitigação das mudanças climáticas. A manutenção da cobertura florestal, a ciclagem de nutrientes e a capacidade de estocar carbono tanto na biomassa quanto no solo configuram os SAFs como estratégias fundamentais para inserção da agricultura regional no mercado de créditos de carbono. Ademais, a adoção desse modelo de produção amplia a resiliência ecossistêmica e socioeconômica, oferecendo alternativas frente às pressões do desmatamento, da degradação dos recursos naturais e das oscilações de mercado.

Do ponto de vista econômico, os créditos de carbono emergem como uma oportunidade estratégica para agregar valor à cadeia produtiva do cacau, fortalecendo a inclusão de pequenos e médios agricultores e possibilitando novas

formas de remuneração pelos serviços ecossistêmicos prestados. Entretanto, a efetivação desse potencial demanda superar desafios metodológicos de mensuração e verificação (MRV), além de estabelecer políticas públicas consistentes, mecanismos financeiros acessíveis e suporte técnico adequado aos produtores.

Portanto, a consolidação da cacauicultura amazônica em SAFs como vetor de mitigação climática e desenvolvimento sustentável depende da articulação entre ciência, políticas públicas e iniciativas privadas. A valorização do cacau produzido sob sistemas agroflorestais, associada à participação no mercado de carbono, pode reposicionar o Brasil como protagonista na agenda global de descarbonização, ao mesmo tempo em que fortalece a conservação da biodiversidade amazônica e promove justiça socioambiental.

REFERÊNCIAS

- ABDULAI, I. *et al.* Characterization of cocoa production, income diversification and shade tree management along a climate gradient in Ghana. **Plos One**, v. 13, n. 4, e0195777, 2018.
- ABREU, N. *et al.* Mudanças de uso da terra e emissão de gases de efeito estufa: uma explanação sobre os principais drivers de emissão. **Brazilian Animal Science**, v. 2–6, p. 2, 2024.
- ADOLPHE, M. G., YAPI, O., SOGODOGO, N., KOUASSI, A., YEBOI, B., KOUAME, C. Rentabilite economique des techniques de regeneration cacaoyere dans la region de soubre au sud-ouest de la Cote d'Ivoire. **Agronomie Africaine**, v. 33, n. 3, p. 357-369, 2021.
- AFRICA CARBON MARKETS INITIATIVE. What you need to know about Africa's new carbon market initiative. **Africa Carbon Markets Initiative Report**, p. 1–12, 2024.
- AGBOTUI, D. K. *et al.* Can carbon payments improve profitability of traditional conventional and organic cocoa agroforests? A case study in the Eastern Region of Ghana. **Agroforestry Systems**, v. 97, n. 5, p. 813–831, 2023.
- ALBAN, M. *et al.* Assessment of the effect of *Garcinia kola* (Clusiaceae) on the carbon sequestration capacity and productivity of cocoa (*Theobroma cacao* L.) in cocoa-based agroforestry systems. **Asian Journal of Agricultural and Horticultural Research**, v. 10, n. 4, p. 516–526, 2023.
- ALVES, R. E. A relação entre agricultura, degradação do solo e tempestades de areia. **Revista Ayika**, v. 1, n. 1, p. 50-66, 2021.
- AMERINO, J., APEDO, C. K., ANANG, B. T. Factors influencing adoption of cocoa agroforestry in Ghana: Analysis based on tree density choice. **Sustainable Environment**, v. 10, n. 1, p. 2296162, 2024.
- ANIS, C. F.; CARDUCCI, C. E.; RUVIARO, C. F. Mercado de carbono agrícola: realidade ou desafio? **Multitemas**, v. 27, n. 65, p. 163–188, 2022.

ASIGBAASE, M.; DAWOE, E.; LOMAX, B. H.; SJOGERSTEN, S. Biomass and carbon stocks of organic and conventional cocoa agroforests, Ghana. **Agriculture, Ecosystems & Environment**, v. 306, p. 107192, 2021.

BARBATO, C. T.; STRONG, A. L. Farmer perspectives on carbon markets incentivizing agricultural soil carbon sequestration. **Npj Climate Action**, v. 2, n. 1, p. 26, 2023.

BERNARD, F.; MINANG, P. Community forestry and REDD+ in Cameroon. **Ecology and Society**, v. 24, n. 1, 2019.

BRAINER, M. S. C. P. Produção de cacau. **Caderno Setorial ETENE**, v. 6, n. 149, p. 1–12, 2021.

CAMARGO, G. M.; SCHLINDWEIN, M. M.; PADOVAN, M. P.; DA SILVA, L. F. Sistemas agroflorestais biodiversos: uma alternativa para pequenas propriedades rurais. **Revista Brasileira de Gestão e Desenvolvimento Regional**, v. 2–4, p. 35–36, 2019.

CARDINAE, R., CADISCH, G., DUPRAZ, C., LOJKA, B., OELBERMANN, M. Guidelines for improved quantification and reporting of carbon stocks and additional carbon storage in agroforestry systems. **Agroforestry Systems**, v. 99, art. 82, p. 1–15, 2025.

CARIAPPA, A. A., KONATH, N. C., SAPKOTA, T. B., KRISHNA, V. V. Evaluating the potential and eligibility of conservation agriculture practices for carbon credits. **Scientific Reports**, v. 14, p. 9193, 2024.

CONAB. Companhia Nacional de Abastecimento. Análise mensal – amêndoas. Brasília, 2019.

CONTASTI, A. L., FIRTH, A. G., BAKER, B. H., BROOKS, J. P., LOCKE, M. A., MORIN, D. J. Balancing tradeoffs in climate-smart agriculture: will selling carbon credits offset potential losses in the net yield income of small-scale soybean (*Glycine max* L.) producers in the mid-southern United States? **Decision Analysis**, v. 20, n. 4, p. 252–275, 2023.

COSTA, F. S. Avaliação de efeitos de curto e longo prazo da produção e preço na exportação cacaueira brasileira. 2023.42 f. *Dissertação (Mestrado)*, Programa de Pós-Graduação em Agronomia, Universidade Federal Rural da Amazônia, Belém, 2023.

CRESPO, A. M., SOUZA, M. N., DA SILVA, M. A. B. Ciclo do carbono (C) e sistemas agroflorestais na sustentabilidade da produção agrícola: revisão de literatura. **Revista Biblioteca Incaper**, v. 1, p. 6, 2023.

DE CAMBRAIA MARTINS, D.; SALES MELO, A. L. A mercantilização do fruto de Ixcacao: o cacau do Grão-Pará e o consumo do chocolate na Europa (séculos XVII e XVIII). **Locus: Revista de História**, v. 27, n. 1, p. 229–251, 2021.

DOUMBIA, M., SIB, O., KOUAME, Y. A. G., SORO, S., YEBOUE, KARIDIA, N. G. L. Importance, diversity and economic value of trees associated with cocoa trees in different agroforestry systems. **World Journal of Advanced Research and Reviews**, v. 24, n. 2, p. 2423–2439, 2024.

DUARTE, B. B.; TUPIASSU, L.; CRUZ, S. N. O mercado de carbono na política de mitigação das mudanças climáticas. **Revista de Direito Ambiental e Socioambientalismo**, v. 6, n. 2, p. 93–108, 2020.

DUARTE, B. B.; TUPIASSU, L.; CRUZ, S. N. O mercado de carbono na política de mitigação das mudanças climáticas. **Revista de Direito Ambiental e Socioambientalismo**, v. 6, n. 2, p. 93–108, 2020.

EMBRAPA. Sistemas agroflorestais: princípios e aplicações. Brasília: Embrapa Informação Tecnológica, p. 1–220, 2012.

FARIA, D. A. *et al.* Estimating carbon acquisition in a shade cocoa agroforests in Southern Bahia, Brazil. **Forests**, v. 16, n. 6, p. 929, 2025.

FREDERICO, A.; MORAL, R. Práticas sustentáveis em sistemas agroflorestais e seus impactos na agricultura familiar. **Revista Verde de Agroecologia e Desenvolvimento Sustentável**, v. 17, n. 4, p. 581–590, 2022.

GOÑAS, M., ROJAS-BRICEÑO, N. B., CULQUI-GASLAC, C., ARCE-INGA, M., MARLO, G., PARIENTE-MONDRAGÓN, E., OLIVA-CRUZ, M. Carbon sequestration in fine aroma cocoa agroforestry systems in Amazonas, Peru. **Sustainability**, v. 14, n. 15, p. 9739, 2022.

GRANT, R. F. *et al.* Challenges in measuring carbon sequestration in agroforestry systems: lessons from case studies in cocoa farms. **Environmental Research Letters**, v. 17, n. 8, p. 085003, 2022.

HERNANDES, J. L. *et al.* Comparação entre sistemas convencionais e agroflorestais na cacauicultura: impactos sobre o carbono e o solo. **Revista Brasileira de Agroecologia**, v. 17, n. 3, p. 25–39, 2022.

IPAM. Mercado de carbono no Brasil: oportunidades e desafios. Belém: Instituto de Pesquisa Ambiental da Amazônia, p. 1–45, 2023.

JACOBI, J. *et al.* Agroforestry and carbon storage: a comparative analysis of cocoa farming systems in Latin America. **Agroforestry Systems**, v. 88, n. 5, p. 903–917, 2014.

JÚNIOR, C. R. Agricultura sustentável e o papel do carbono no solo. **Revista de Ciências Ambientais**, v. 15, n. 2, p. 44–57, 2023.

KOUADIO, Y. L. *et al.* Agroforestry systems improve soil quality and carbon storage in cocoa farms of Côte d'Ivoire. **Agroforestry Systems**, v. 97, n. 2, p. 521–533, 2023.

KOUADIO, Y. L. *et al.* Dynamics of carbon stock in cocoa-based agroforestry systems: implications for climate change mitigation. **Agroforestry Systems**, v. 99, n. 3, p. 777–791, 2025.

LOSS, A. *et al.* Agroforestry systems and nutrient cycling: lessons from cabruca cocoa in Southern Bahia, Brazil. **Agroforestry Systems**, v. 94, n. 1, p. 15–29, 2020.

LOCK, K.; ALEXANDER, S. Agroforestry for climate change mitigation: perspectives from tropical cocoa production. **Climate Policy Journal**, v. 23, n. 4, p. 533–548, 2023.

MAIA, J. R. Uso do solo, gases de efeito estufa e perspectivas de mitigação em sistemas agrícolas. **Revista de Ciências Agrárias**, v. 46, n. 2, p. 215–229, 2023.

MARIA, R. C. Mercado regulado e voluntário de créditos de carbono no Brasil: avanços e desafios. **Revista Direito e Sustentabilidade**, v. 12, n. 1, p. 44–61, 2024.

MARTINELLI, L. A. *et al.* Agroforestry and carbon sequestration in Brazil: opportunities for climate mitigation. **Frontiers in Forests and Global Change**, v. 7, p. 121, 2024.

MARTINS, F. R. *et al.* Gases do efeito estufa e mudanças climáticas: tendências e impactos. *Revista Brasileira de Climatologia*, v. 18, n. 32, p. 56–73, 2022.

MERINO-GAIBOR, E. *et al.* Agroforestry cocoa systems and their contribution to farmers' livelihoods in Ecuador. **Agroforestry Systems**, v. 97, n. 6, p. 1233–1248, 2023.

MBOLO, O. *et al.* Shade management and biodiversity conservation in cocoa agroforests: lessons from Central Africa. **Agroforestry Systems**, v. 90, n. 5, p. 889–902, 2016.

OLIVEIRA, R. A. *et al.* Sistemas agroflorestais: avanços e desafios para a sustentabilidade agrícola no Brasil. **Revista Verde de Agroecologia e Desenvolvimento Sustentável**, v. 16, n. 4, p. 459–468, 2021.

PADOVAN, M. P. *et al.* Agroforestry systems and food security in family farming: an overview from Brazil. **Agroforestry Systems**, v. 92, n. 6, p. 1535–1546, 2018.

PEREIRA NETO, J. T. Estoque de carbono em sistemas agroflorestais com cacauero na Amazônia brasileira. **Revista Ceres**, v. 59, n. 5, p. 597–606, 2012.

POYER, S. *et al.* Carbon markets and sustainable agriculture: evaluating the role of CDM and voluntary mechanisms. **Sustainability**, v. 12, n. 9, p. 3645, 2020.

RAMAN, A. Cocoa and carbon credits: lessons from the Gola Rainforest REDD+ project in Sierra Leone. **Forest Policy and Economics**, v. 150, p. 103027, 2024.

RECLIMATECH. Relatório técnico sobre monitoramento de carbono em agroflorestas tropicais. São Paulo: ReClimatech, p. 1–45, 2023.

RÜEGG, L. *et al.* Socioeconomic and environmental performance of cocoa agroforestry systems in Alto Beni, Bolivia. **Agroforestry Systems**, v. 98, n. 2, p. 411–425, 2024.

SANTHYAM, A.; ROZIATY, A.; SUPARTI, S. Economic viability of voluntary carbon credits in Indonesian agroforestry systems. **Journal of Environmental Management**, v. 345, p. 118746, 2023.

SANTOS, A. F. Agricultura regenerativa e mercado de carbono: perspectivas para o Brasil. **Revista Brasileira de Agroecologia**, v. 17, n. 1, p. 77–91, 2022.

SANTOS, R. S. *et al.* Carbon storage potential of cocoa agroforestry systems in the Brazilian Amazon. **Agroforestry Systems**, v. 95, n. 3, p. 455–467, 2021.

SCHEMBERGUE, L. J. Sistemas agroflorestais como alternativa sustentável para a agricultura moderna. **Revista de Ciências Ambientais**, v. 11, n. 2, p. 39–52, 2017.

SCHILLING, J. *et al.* Challenges in measurement, reporting and verification (MRV) of carbon sequestration in smallholder agroforestry systems. **Carbon Management**, v. 14, n. 3, p. 299–315, 2023.

SILVA, M. P. *et al.* Carbon sequestration rates in tropical agroforestry systems: evidence from Brazil. **Agroforestry Systems**, v. 95, n. 4, p. 789–798, 2021.

SMITH, P. *et al.* Soil carbon sequestration and MRV challenges in agroecosystems. **Global Change Biology**, v. 26, n. 1, p. 219–235, 2020.

SOUZA, M. *et al.* Créditos de carbono e sistemas agroflorestais: perspectivas para a Amazônia. **Revista de Políticas Ambientais**, v. 12, n. 3, p. 188–205, 2021.

SOUZA, R. C. *et al.* Gases de efeito estufa e sustentabilidade em agroecossistemas tropicais. **Revista Brasileira de Ciências Ambientais**, v. 62, n. 2, p. 211–224, 2024.

TEIXEIRA, M. G. Impactos ambientais do monocultivo de cacau a pleno sol. **Revista de Ciências Rurais**, v. 35, n. 4, p. 899–905, 2005.

THAM-AGYEKUM, E. K. *et al.* Climate resilience of cocoa agroforestry systems under variable microclimates in West Africa. **Agricultural Systems**, v. 211, p. 103–117, 2023.

TINOCO-JARAMILLO, D. *et al.* Carbon storage potential of cocoa agroforestry systems in the Ecuadorian Amazon. **Agroforestry Systems**, v. 98, n. 1, p. 145–157, 2024.

TROPENBOS INTERNATIONAL. *et al.* Public policies and cocoa agroforestry: lessons from tropical countries. **Wageningen: Tropenbos International**, p. 1–75, 2023.

VELLOSO, G. *et al.* Cocoa agroforestry and climate change mitigation in the Brazilian Amazon. **Agroforestry Systems**, v. 99, n. 2, p. 345–359, 2025.

WAACK, P. *et al.* Carbon stock verification challenges in Brazilian cocoa agroforests. **Forest Ecology and Management**, v. 519, p. 120350, 2022.

WORLD BANK. Carbon credits and cocoa production: financial opportunities for West African farmers. Washington, DC: **World Bank**, p. 1–40, 2022.

ZAFAR, A. *et al.* Carbon sequestration and soil health in diversified agroforestry systems. **Agroforestry Systems**, v. 98, n. 4, p. 755–769, 2024.

SOBRE OS ORGANIZADORES

Harleson Sidney Almeida Monteiro

Engenheiro Agrônomo (UFRA). Doutorando e Mestre em Agronomia (Horticultura) (UNESP). Possui formação em Gestão de Processos Gerenciais (UNIP), Técnico em Segurança do Trabalho (IFPA), e Técnico Florestal pela Escola Agroindustrial Juscelino Kubitschek de Oliveira. Atuei como monitor bolsista das disciplinas de Genética, Fruticultura, Olericultura e Fruticultura Tropical. É membro do Grupo de Pesquisa Sistemas de Produção de Frutíferas na Amazônia - FRUTAM, com foco no manejo e melhoramento de frutíferas nativas da região. Aluno do Programa Nacional de Mobilidade Virtual Promover ANDIFES. Colaborador da Residência Agrícola do MAPA/UFRA, Possui experiência em extensão rural, agricultura familiar e produção de frutos orgânicos, horticultura e manejo, tratamentos culturais e produção em frutíferas nativas da Amazônia (como açaí, bacabi, bacuri, cupuaçu, pupunha), de clima tropical e subtropical com foco em poda, porta-enxertos, sistemas de condução e reguladores vegetais.

Lattes: <http://lattes.cnpq.br/2967586299102545>

Sinara de Nazaré Santana Brito

Engenheira Agrônoma, pela Universidade Federal Rural da Amazônia (UFRA), 2021. Atualmente cursando mestrado no Programa de Pós-Graduação em Agronomia da Faculdade de Ciências Agronômicas (FCA/UNESP) - *Campus* Botucatu, com foco em Horticultura pelo Departamento de Produção Vegetal, na área de pesquisa em bioquímica pós-colheita de frutíferas. Técnica em Segurança do Trabalho, pelo Instituto Federal de Educação, Ciência e Tecnologia do Pará (IFPA), 2018. Atuou como monitória das disciplinas de Fruticultura geral (ênfase em frutíferas da Amazônia), fruticultura tropical e olericultura, pelo Instituto de Ciências Agrárias (2020-2021); Monitória voluntária da disciplina de Genética, pelo Instituto de Ciências Agrárias (2019-2020). Membro do Grupo de Pesquisa em Fruticultura na Amazônia - FRUTAM. Colaboradora na Residência Agrícola do Ministério da Agricultura, Pecuária e Abastecimento (MAPA/UFRA) - TECNOLOGIAS INTEGRADAS NA AGRICULTURA FAMILIAR.

Lattes: <http://lattes.cnpq.br/7167428610788027>

Antonia Benedita da Silva Bronze

Atualmente é Pró-Reitora de Extensão na Universidade Federal Rural da Amazônia (UFRA). Possui graduação em Agronomia pela Universidade Federal Rural da

Amazônia (2002); bolsista de iniciação científica de 1999 a 2002 na mesma instituição; Mestrado em Agronomia, na área de concentração Biologia Vegetal Tropical, pela Universidade Federal Rural da Amazônia (2005); Doutorado em Ciências agrárias, área de concentração agroecossistemas da Amazônia, pela Universidade Federal Rural da Amazônia (2009);

Lattes: <http://lattes.cnpq.br/2194653905029618>

Meirevalda do Socorro Ferreira Redig

Possuo graduação em Agronomia pela Universidade Federal Rural da Amazônia (2004), mestrado em Agronomia (Agronomia, área de concentração biologia vegetal tropical, com ênfase em melhoramento genético) pela Universidade Federal Rural da Amazônia (2007), Doutorado em ciências agrárias Tem experiência em Ciências Agrárias, com ênfase em Recursos Genéticos, atuando principalmente nos seguintes temas: melhoramento genético, recursos genéticos, espécies amazônicas, plantas medicinais e aromáticas. Atualmente desenvolve atividades em Agrobiodiversidade, projetos de Reflorestamento, Meio Ambiente e Agroecossistemas.

ORCID: <https://orcid.org/0000-0001-5532-7287>

ÍNDICE REMISSIVO

B

Bacillus: 9, 11, 12, 13, 14, 16, 17, 23, 24, 25, 27, 28, 29, 31

Baill: 49, 59

Beneficiamento: 34, 36, 37, 38, 39, 40, 42, 43, 44, 46

Biodiversidade: 59, 73, 76, 77, 78, 79, 93

Bioinsumo: 19

Biribá: 49, 50, 51, 59

C

Cacau: 19, 21, 24, 25, 32, 73, 74, 75, 78, 79, 81, 83, 85, 86, 87, 88, 89, 90, 92, 93, 94, 96

Citrus: 21, 28, 33, 37, 47

Colheita: 10, 29, 30, 31, 34, 35, 36, 37, 40, 42, 43, 44, 46, 52, 56, 57, 64, 71

D

Doenças: 19, 20, 24, 26, 28, 30, 35, 42, 45, 46, 58, 79

E

Economia de Baixo Carbono: 73, 91

F

Ficus Carica L: 62, 63, 64, 65, 70

Fruticultura: 12, 14, 17, 18, 19, 20, 21, 22, 24, 28, 30, 31, 32, 34, 35, 48, 52, 59, 60, 62, 67, 69, 73

Fruticultura Temperada: 62

Frutíferas da Amazônia: 19, 20, 30

M

Maracujazeiro: 9, 10, 16, 17, 29, 31

P

Pragas: 19, 20, 22, 23, 24, 26, 28, 29, 30, 31, 35, 36, 42, 45, 46, 47, 55, 58, 77, 79, 87

Produção: 8, 9, 10, 11, 12, 13, 16, 17, 20, 22, 24, 33, 34, 35, 37, 38, 40, 41, 42, 47, 49, 52, 53, 55, 56, 57, 58, 60, 62, 63, 64, 65, 66, 67, 68, 69, 70, 71, 74, 75, 76, 77, 79, 80, 82, 85, 86, 90, 91, 92, 94

Produção de Mudas: 8, 9, 11, 12, 13, 16, 62, 63, 66, 69

R

Rollinia Mucosa Jacq: 49

S

Sustentabilidade: 21, 22, 73, 76, 79, 81, 91, 92, 94, 95, 96

T

Tratos Fitotécnicos: 49, 52, 58

Trichoderma: 9, 11, 12, 13, 14, 15, 16, 17, 22, 23, 24, 25, 30, 31, 32



científica digital



VENDA PROIBIDA - ACESSO LIVRE - OPEN ACCESS

