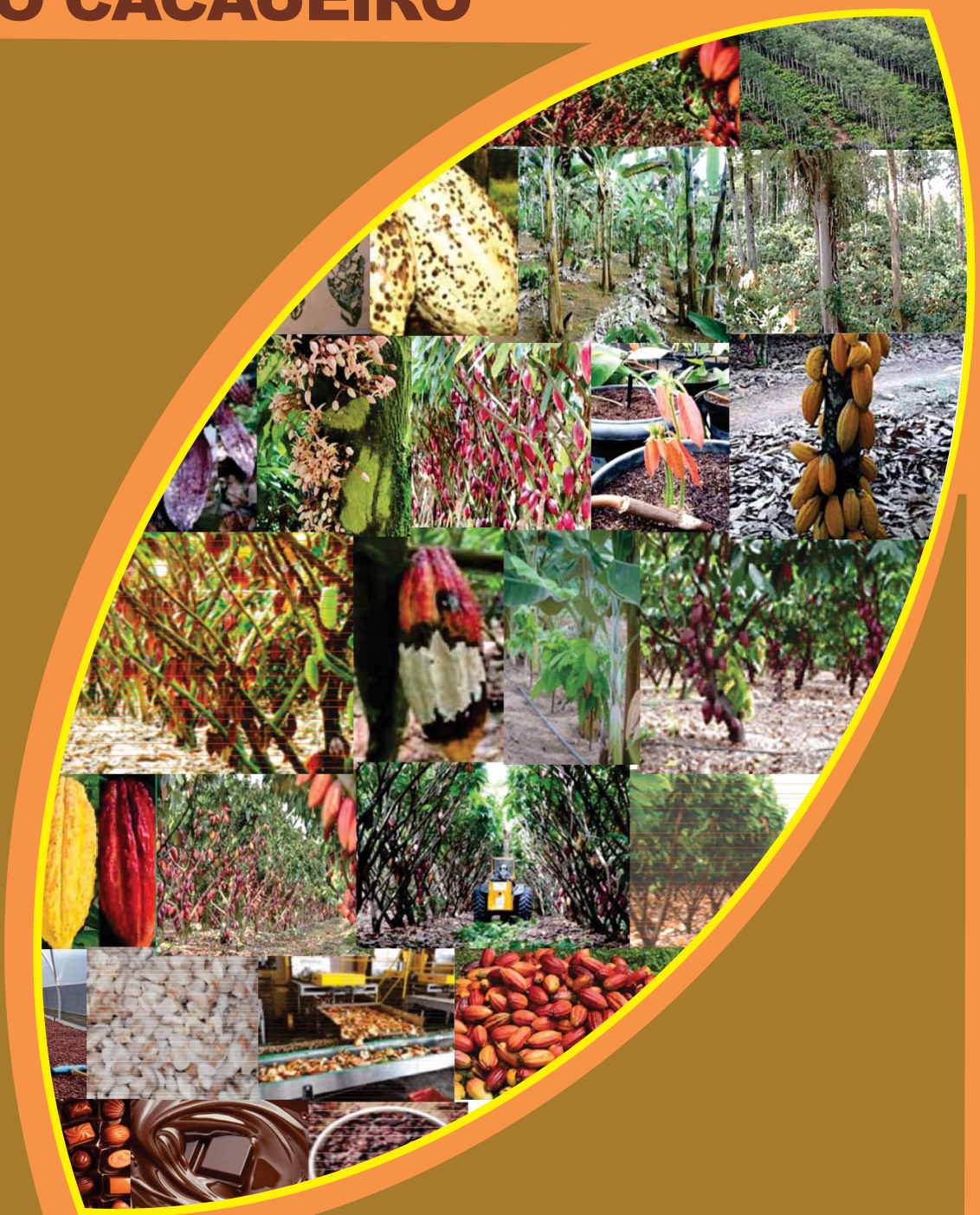
INOVAÇÕES TECNOLÓGICAS NO CULTIVO E EXPLORAÇÃO DO CACAUEIRO



Ministério da Agricultura e Pecuária-MAPA

Ministério da Agricultura e Pecuária - MAPA
Secretaria de Desenvolvimento Rural - SDR
Comissão Executiva do Plano da Lavoura Cacaueira - CEPLAC
Centro de Pesquisas do Cacau - CEPEC

INOVAÇÕES TECNOLÓGICAS NO CULTIVO E EXPLORAÇÃO DO CACAUEIRO

Missão do Mapa:
Promover o desenvolvimento sustentável das cadeias produtivas agropecuárias, em benefício da sociedade brasileira

Brasília
Mapa
2025

Institucional

LUIZ INÁCIO LULA DA SILVA
Presidente da República

CARLOS HENRIQUE BAQUETA FÁVARO
Ministro de Estado da Agricultura e Pecuária

IRAJÁ REZENDE DE LACERDA
Secretário Executivo do Ministério da Agricultura e Pecuária

GUILHERME CAMPOS JÚNIOR
Secretário de Política Agrícola do Ministério da Agricultura e Pecuária

CARLOS GOULART
Secretário de Defesa Agropecuária do Ministério da Agricultura e Pecuária

LUIS RENATO DE ALCANTARA RUA
Secretário de Comércio e Relações Internacionais do Ministério da Agricultura e Pecuária

MARCELO NARVAES FIADEIRO
Secretário de Desenvolvimento Rural

FERNANDO MAGALHÃES SOARES PINTO
Subsecretário de Planejamento, Orçamento e Administração do Ministério da Agricultura e Pecuária

CAMILO MUSSI
Subsecretário de Tecnologia da Informação do Ministério da Agricultura e Pecuária

SARA MARTINS
Subsecretária de Gestão de Pessoas e de Gestão do Conhecimento do Ministério da Agricultura e Pecuária

CARLA MADEIRA GONÇALVES SIMÕES DOS REIS
Chefe de Assessoria Especial de Comunicação Social do Ministério da Agricultura e Pecuária

© 2025 Ministério da Agricultura e Pecuária.
Permitida a reprodução sem fins lucrativos, parcial ou total, por qualquer meio, se citada a fonte e o sítio da Internet onde pode ser encontrado o original (www.gov.br/agricultura).

1ª edição. Ano 2025
Elaboração, distribuição, informações:
Ministério da Agricultura e Pecuária
Secretaria de Desenvolvimento Rural
Comissão Executiva do Plano da Lavoura Cacaueira
Centro de Pesquisas do Cacau
Endereço: Esplanada dos Ministérios, Bloco D – 7º andar, Sala 750
CEP: 70043-900 Brasília - DF
Tel.: (61) 3218-3720/3779
e-mail: ceplac.diretoria@agro.gov.br

Coordenação Editorial – Assessoria Especial de Comunicação Social

EQUIPE TÉCNICA:

Editores: Adonias de Castro Virgens Filho; Jackson Emanuel Benevides Prado; Milton José da Conceição.

Coordenadores: Adonias de Castro Virgens Filho; Jackson Emanuel Benevides Prado

Editoração eletrônica: Jacqueline C. C. do Amaral e Selenê Cristina Badaró

Colaboradores: Marilia Leniuza Soares Ribeiro
Jorge Campos; Antonio Bispo; Sérgio Luiz Freitas

Capa: Gildefran Alves Dimpino de Assis
Fotos da capa - Fonte: Fotos extraídas dos capítulos do livro

Dados Internacionais de Catalogação na Publicação (CIP)
Biblioteca Nacional de Agricultura - BINAGRI

Brasil. Ministério da Agricultura e Pecuária.
Inovações tecnológicas no cultivo e exploração do cacaueiro. / Ministério da Agricultura e Pecuária. Secretaria de Desenvolvimento Rural. Comissão Executiva do Plano da Lavoura Cacaueira. (organizado por Adonias de Castro Virgens Filho, Jackson Emanuel Benevides Prado e Milton José da Conceição) – Brasília : MAPA/CEPLAC, 2025.
608 p. : il. Color.

ISBN 978-85-7991-358-7
Inclui referências bibliográficas.

1. Cacaueiro – Cultivo. 2. Cacau – Produção. 3. Cacau – Tecnologia. 4. Cacau – Doenças e pragas. 5. Agricultura sustentável – Brasil. 6. Pesquisa agropecuária – Inovação. I. Brasil. Ministério da Agricultura e Pecuária. II. Secretaria de Inovação, Desenvolvimento Sustentável, Irrigação e Cooperativismo. III. Comissão Executiva do Plano da Lavoura Cacaueira. IV. Título.

AGRIS 2110
CDU: 631.95(81)

Bibliotecária: Layla Alexandrina Barboza dos Santos – CRB1/ 344

Dedicatórias

Aos pioneiros do Cacau

"Era a floresta densa com nascentes, córregos e riachos, onde plantas e animais sobreviviam na vida mansa. Chegaram os pioneiros, bravo povo visionário e destemido, que logo começou a brocar o dossel da mata, onde foram plantadas as sementes do manjar dos Deuses. Com muita sabedoria, usaram os recursos da terra respeitando as leis da natureza, pois o grande intento era gerar riqueza e prosperidade. Da natureza vieram os frutos; dos frutos a vida; e logo os horizontes se alargaram. O negócio criou fama e atraiu gente de todas as partes. Após uma longa trajetória, em meio às dificuldades dos anos 1950, eis que surgiu a Ceplac....." (Adonias de Castro, adaptado de Antônio José, citado por José Haroldo de Castro Vieira, 1978).

Ao produtor e trabalhador do cacau

Ao cacauicultor e trabalhador do cacau de todas as gerações das regiões produtoras do Brasil, cuja labuta gerou riqueza e abundância para a sociedade. Pessoas especiais às quais dedicamos este livro, na certeza que transformarão as presentes informações em resultados expressivos que aumentarão a competitividade do cacau brasileiro. À eles, o merecido reconhecimento, respeito e gratidão.

A Ceplac

O desenvolvimento das regiões produtoras de cacau foi promovido em meio a profundas transformações culturais. Nesse esforço, foram implementadas ações eficazes no campo e na cidade, as quais impulsionaram o progresso socioeconômico e promoveram melhoria na qualidade de vida, como consequência dos avanços nas áreas da agricultura, infraestrutura, educação e saúde.

Nosso reconhecimento à "Ceplac, uma experiência nova na agricultura brasileira", cuja atuação em favor do produtor e da cacauicultura nos biomas Mata Atlântica e Floresta Amazônica, resultou em benefícios substantivos para a sociedade brasileira.

José Haroldo de Castro Vieira

À Zé Haroldo, homem simples que exerceu a liderança com sabedoria, integridade e determinação, tornando-se o visionário que contribuiu para que o Brasil se tornasse um dos principais países produtores de cacau do mundo. Reconhecer o seu trabalho é valorizar o trabalhador ceplaqueano em todos os níveis, pois juntos escreveram o legado da instituição.

Paulo de Tarso Alvim

À Paulo Alvim, liderança técnico-científica que tornou a Ceplac a mais moderna instituição voltada ao desenvolvimento rural no mundo, por reunir em um único comando, ações de pesquisa, educação e extensão rural. Sua competência, obstinação e dedicação, contribuíram para que a cacauicultura brasileira se tornasse uma das mais competitivas no cenário internacional. O reconhecimento a Paulo Alvim, no mesmo nível de importância, é extensivo aos briosos profissionais da pesquisa, extensão rural e educação, que se dedicaram ao desenvolvimento e difusão da ciência e tecnologia do cacau.

Agradecimentos

Uma obra tão laboriosa e bem trabalhada só pode ser feita a quatro mãos. Os editores e autores agradecem a todos aqueles que direta e indiretamente contribuíram para este trabalho.

O nosso reconhecimento ao mérito das diagramadoras Jacqueline Conceição Celestino do Amaral e Selenê Cristina Badaró, pela criatividade e dedicação a este trabalho.

Aos designs gráficos Gildefram Dímpino de Assis e Franco Jesus de Andrade, pela arte e criação.

Aos desenhistas Antônio Bezerra Bispo e Jorge Campos Pinto pela singularidade dos traçados.

Ao fotógrafo Águido Ferreira dos Santos pelas imagens bem trabalhadas.

Aos escriturários Marília Leniúza Ribeiro dos Santos, Marinez Argolo e Sérgio Luiz Freitas, importantes colaboradores na organização da fase preliminar deste trabalho.

Homenagens póstumas

Ronaldo Argolo

Ronaldo estava à frente da edição deste livro, quando um mal-estar súbito o retirou do nosso convívio, para cumprir outra etapa na eternidade. Na oportunidade, ele estava comprometido de corpo e alma com esta obra, envolvendo, inclusive, sua esposa e filhos na diagramação. Ronaldo teve uma trajetória profissional exemplar, iniciou na Ceplac no cargo de extensionista rural no município de Mucuri, passando a instrutor de Mecanização Agrícola no programa de Treinamento de Mão de Obra da Ceplac, professor da Escola Média de Agricultura da Região Cacaueira (Emarc), em Itapetinga, onde passou a ser Diretor, em 1987. Ao tornar-se Mestre em Desenvolvimento Regional e Meio Ambiente, passou ao cargo de assessor no Departamento de Educação da Ceplac.

Em 2012, assumiu a área de editoração do Centro de Pesquisas do Cacau (Cepec) da Ceplac, onde ampliou a rede de revisores e atualizou a publicação de revistas e boletins, além de facilitar a edição de livros. Nessa fase, ele obteve a elevação do Qualis da Revista Agrotrópica, melhorando o conceito editorial da revista. Um feito extraordinário do seu trabalho foi a transferência do acervo técnico-científico da Ceplac para o meio virtual, incluindo publicações de décadas anteriores, possibilitando o acesso fácil pela internet em todo o mundo. Ronaldo teve uma origem humilde, mas, indignado com as limitadas oportunidades para os seus pais e irmãos, usou a educação como meio para melhorar a vida de todos, além daqueles que muito contribuiu com seu trabalho. Ronaldo era um orgulho para seus familiares, amigos e colegas, sendo muito admirado pelos que o conheceram. Em sua memória, nossa gratidão por tudo.

Sandoval Oliveira de Santana

Natural de Itabuna, Bahia, nasceu em 5 de julho de 1941 e nos deixou em 16 de maio de 2024, quando estava participando da elaboração do capítulo sobre "Solos para o cultivo do cacaueiro", que faz parte desta obra. Sandoval graduou-se em Agronomia pela Universidade Federal da Bahia (Eaufba) e foi Mestre em Agronomia - Área de Solos e Nutrição de Plantas, pela Universidade Federal do Ceará (UFV); ele fez especialização em Manejo de Solos Tropicais, pelo Instituto Nacional de Pesquisas Agrárias (Inipa), em Yurimáguas, Loreto, no Peru. Após atuar como extensionista no Departamento de Extensão Rural da Comissão Executiva do Plano da Lavoura Cacaueira (Ceplac), ele passou a atuar na área de Pedologia do Centro de Pesquisas do Cacau (Cepec), desenvolvendo estudos sobre a gênese, morfologia, taxonomia de solos e capacidade de uso das terras. Em sua trajetória, ministrou 51 cursos, proferiu 92 palestras, prestou 25 assessorias técnicas, participou de 55 eventos

e publicou 135 trabalhos técnico-científicos, que contribuíram para o estudo da origem, levantamento e classificação dos solos em vários municípios do sul da Bahia.

Já aposentado, contribuiu com afinco na elaboração do capítulo de solos; muitas vezes, debatíamos os conteúdos nos bancos da praça dos Capuxinhos, bairro da Conceição, em Itabuna; em outras oportunidades, nos reuníamos no auditório das Relações Públicas da Ceplac. Em todas os encontros, participava das discussões com maestria e proficiência. Contudo, sua humildade não permitia que percebesse a importância que tinha para a equipe, pois agradecia sempre por poder participar e se sentir útil a sociedade. Sua colaboração e seu legado eram relevantes, como poderão atestar professores, estudantes, profissionais da agronomia e agricultores, ao desfrutarem do conhecimento disponibilizado em suas publicações. Sandoval nos deixou com o sentimento de saudade, orgulho e gratidão. Ele se foi sem ter a verdadeira noção do seu valor.

Resumo

Há mais de seis décadas, a Comissão Executiva do Plano da Lavoura Cacaueira (CEPLAC) desenvolve pesquisas visando à geração de tecnologias para o cultivo e exploração do cacaueiro. Os resultados destes trabalhos foram difundidos para os produtores através da integração pesquisa, educação e extensão rural, uma estratégia assertiva que contribuiu para a identificação de problemas da lavoura, busca de soluções com a participação de extensionistas e produtores, e difusão do conhecimento para aplicação imediata no campo.

O trabalho da Ceplac contribuiu para elevar o Brasil à condição de segundo produtor mundial de cacau na década de 1980 e levou as regiões produtoras a alcançarem receitas superiores e US$ 950 milhões na safra 1977/1978, além de aumentar a produtividade de cacau de 300 kg de amêndoas para 750 kg de amêndoas secas ha ano^{-1}. Na década de 1990 novos desafios motivaram a Ceplac a intensificar os trabalhos de melhoramento genético, dando ênfase ao desenvolvimento de clones e híbridos de cacaueiros altamente produtivos e resistentes às principais enfermidades, especialmente a vassoura de bruxa, visando ao emprego nos biomas Mata Atlântica e Floresta Amazônica, respectivamente, além de disponibilizar informações sobre o efeito de fatores ecofisiológicos no crescimento e a produção do cacaueiro, técnicas de propagação de mudas e manejo integrado, que possibilitaram produtividades superiores a 3.000 kg de amêndoas secas ha ano^{-1}.

A Ceplac concentrou esforços na melhoria da qualidade do cacau, identificação de nichos de mercado para a produção de cacau fino e aproveitamento de derivados, criação do *cluster* da agroindústria de polpa de frutas e produção de chocolate com maior teor de massa de cacau. Atualmente, estas tecnologias são amplamente utilizadas pelos cacauicultores, alguns dos quais tiveram os negócios apoiados através da incubação de suas empresas em instalações da instituição. O Centro de Pesquisas e Inovação do Cacau (CEPEC) também priorizou desenvolvimento de sistemas agroflorestais com cacau, conservação produtiva, nutrição do cacaueiro com ênfase na adubação modular, irrigação e fertirrigação, aperfeiçoamento de práticas culturais e fitossanitárias com inclusão do controle biológico, desenvolvimento de variedades produtivas e resistentes com foco na qualidade do cacau, melhoramento preventivo para resistência a monilíase, polinização complementar e mecanização, através de pesquisas diretas ou em colaboração, além de difundir informações sobre mercado e comercialização.

Este livro resgata a contribuição dos profissionais da Ceplac e das instituições parceiras, que geraram um valioso acervo para uso pelos produtores, extensionistas, consultores, educadores e estudantes, visando à modernização da cacauicultura no Brasil e em outros países. Por meio desta obra, o Ministério da Agricultura e Pecuária (MAPA), a Secretaria de Desenvolvimento Rural (SDR) e a Ceplac,

disponibilizam inovações tecnológicas no intuito de que os cacauicultores possam adquirir novos conhecimentos, a fim de continuarem contribuindo para o desenvolvimento sustentável das regiões produtoras de cacau do Brasil.

Editores

Adonias de Castro Virgens Filho
Jackson Emanoel Benevides Prado
Milton José da Conceição.

Palavra da Ceplac

O cacau é mais do que uma cultura agrícola: é símbolo de **inclusão social, conservação produtiva e geração de valor**. A Comissão Executiva do Plano da Lavoura Cacaueira (CEPLAC), com 68 anos e rumo ao centenário, consolidou-se como instituição estratégica do Estado brasileiro, unindo pesquisa, ciência, inovação e transferência de tecnologia, para impulsionar o Brasil e o grande patrimônio nacional: o *agricultor, a agricultora e o cacau*. A instituição é o único ativo da agropecuária brasileira, no âmbito do governo federal, com atuação exclusiva na formulação e execução de políticas públicas voltadas para a cacauicultura.

Neste livro, lançado em um momento histórico, reunimos o que há de mais atual para o desenvolvimento aplicado da semente, do manejo do cacau ao chocolate. São conhecimentos que dialogam diretamente com os **biomas Mata Atlântica, Caatinga, Cerrado e Amazônia**, territórios que guardam a origem, a diversidade genética e a força produtiva do cacau brasileiro. Uma diversidade de ativos produtivos como a **cabruca**, os modelos de agrofloresta e a integração produtiva são exemplos de como é possível conciliar **renda, conservação produtiva e desenvolvimento sustentável**.

Essa visão está plenamente conectada às agendas estratégicas do Ministério da Agricultura e Pecuária, em especial o **Plano Inova Cacau**, desenvolvido diretamente em articulação com diversos elos do setor do cacau nacional a partir das diretrizes balizadoras e organização da CEPLAC, além de ações como o **Programa Nacional de Conversão de Pastagens Degradadas (PNCPD), o Plano de Adaptação e Baixa Emissão de Carbono na Agricultura ABC+,** o Agro Brasil + Sustentável, o Desenvolvimento Agrícola PDA-Matopiba, Produção Integrada, Rural + Conectado, Inovação no Agro, Programa Águas do Agro, são iniciativas que convergem e integram temas essenciais como **qualidade, rastreabilidade, produtividade, competitividade, inserção em novos mercados** e **sustentabilidade**, reforçando a resiliência da cacauicultura frente **às mudanças climáticas** e posicionando o cacau brasileiro em sintonia com as demandas globais por alimentos sustentáveis.

Ao olharmos para frente, vemos o cacau e o chocolate brasileiros alinhados aos grandes fóruns internacionais, como a **Rio+20,** ocasião em que o MAPA apresentou a sua carta institucional como contribuição da agropecuária brasileira na construção de uma sociedade sem fome e sem miséria e de uma economia sustentável, tendo como uma das premissas “o sistema cabruca de produção de cacau e demais sistemas agroflorestais como sistemas produtivos florestais que contribuem para a sustentabilidade”. E este ano de 2025 acontece a **COP-30**, momento em que o mundo estará reunido na Amazônia para debater o futuro do planeta. Nesse cenário, o cacau se apresenta como parte da resposta, demonstrando que é possível unir **sustentabilidade, agregação de valor, conservação produtiva, desenvolvimento territorial e soberania nacional do cacau ao chocolate**.

O Brasil já é reconhecido pela sua diversidade genética e pelo potencial de produção de **cacau de qualidade superior**, capaz de atender às exigências do mercado internacional. Agora, com o fortalecimento institucional da CEPLAC e a articulação de projetos nacionais e internacionais, estamos prontos para dar um salto em competitividade, garantindo ao agricultor, agricultora, e à sociedade, que o cacau será protagonista de um **futuro mais sustentável, justo e próspero**.

Este livro, portanto, transcende sua função técnica: constitui um **marco de compromisso** com o presente e o futuro da cacauicultura brasileira. É a reafirmação de que o agricultor, a agricultora, o cacau, o chocolate, a floresta, a ciência, a defesa agropecuária, a assistência técnica, o governo, a indústria e o fomento, caminham juntos como propulsores de sustentabilidade, inovação e desenvolvimento.

Thiago Guedes Viana
Diretor da Ceplac

Lista de Autores

Adonias de Castro Virgens Filho
Engenheiro Agrônomo, D. Sc. Fitotecnia. MBA Gestão Empresarial
Mapa/SDR/Ceplac/Cepec; Extensionista (1978-1979); Pesquisador (1980 - 2023)
E-mail:adoniascastro@uol.com.br. Tel: (73) 98846-3831

Almiro Neves
Biólogo; Mestrando em Genética e Biologia Molecular (UESC)
E-mail: almiro39@live.com; Tel: (73) 98226-0488

Antônio César Costa Zugaib
Engenheiro Agrônomo, M. Sc. Economia Rural; Especialista em Comércio Exterior
Mapa/SDR/Ceplac/Cepec; Técnico em Planejamento (1983 - 2024)
Professor Pleno da Uesc (1999 - 2024)
E-mail:acczugaib@uesc,br;Tel: (73) 98887-0428

Eduardo Varejão Fonseca
Engenheiro Agrônomo; Especialista em Produção Vegetal
Diretor Executivo da Brasiltech Assessoria
E-mail:eduardobrasiltech@gmail.com; Tel: (71) 98367-9779

Francisco Adriano de C. Pereira
Engenheiro Agrônomo, D. Sc. Irrigação e Drenagem
Professor Titular da Universidade Federal do Recôncavo da Bahia (UFRB) (1986-2024)
E-mail: fadriano@ufrb.edu.br; Tel (71) 99198-0125

Franco Jesus de Andrade
Engenheiro ambiental.
E-mail: franco.andrade@gmail.com; Tel (73) 99144-1444

George Andrade Sodré
Engenheiro Agrônomo, D. Sc. Fitotecnia
Mapa/SDR/Ceplac/Cepec; Educador (1986-1996); Pesquisador (1997-2020)
Professor Titular da Uesc (1999-2024)
E-mail:gasodre@uesc.br (73) 98827-8170

Gerlange Soares da Silva
Tecnóloga em Irrigação e Drenagem; D. Sc. em Engenharia Agrícola
Gerlange Consultoria
E-mail:gerlangesoares@hotmail.com; Tel (75) 99263-3711

Ivan Costa e Souza
Engenheiro Agrônomo; Especialista em Produção Vegetal
Mapa/SDR/Ceplac/Cepec; Extensionista (1974 - 2021);

Diretor Executivo da Mata Atlântica Assessoria
E-mail: ivancsousa@yahoo.com.br; Tel: (73) 99962-4004

Jackson Emanuel Benevides Prado
Engenheiro Agrônomo, M. Sc. Administração de Sistemas Educacionais
Especialista em Produção Vegetal
Mapa/SDR/Ceplac; Educador (1977-2013); Extensionista (2014-2023)
E-mail: jackson.prado.agro@gmail.com; jekbprado71@gmail.com; (73) 98879-5497

Jacques Hubert Charles Delabie
Biólogo, PhD, Entomologia
Mapa/SDR/Ceplac/Cepec; Pesquisador
Professor Pleno da Uesc (1992 - 2024)
E-mail: jacques.delabie@agro.gov.br; 98822-8752

José Basílio Vieira Leite
Engenheiro Agrônomo, D. Sc. Produção Vegetal
Mapa/SDR/Ceplac/Cepec; Educador (1985-1992); Pesquisador (1993 - 2018)
E-mail: basilioleite@hotmail.com; Tel: (73) 99166-0200

José Inácio Lacerda Moura
Engenheiro Florestal, D. Sc. Entomologia
Mapa/SDR/Ceplac/Cepec; Pesquisador
E-mail: jose.inacio@agro.gov.br; joseinaciolacerda@gmail.com; Tel: (73) 999740302

Karina Peres Gramacho
Engenheira Agrônoma, PhD. Fitopatologia/Epidemiologista
Mapa/SDR/Ceplac/Cepec; Educadora (1987-1991); Pesquisadora
E-mail: karina.gramacho@agro.gov.br; gramachokp@hotmail.com;
Tel: (73) 98834-1982

Kazuiyuki Nakayama
Engenheiro Agrônomo, D. Sc. Entomologia
Mapa/SDR/Ceplac/Cepec; Pesquisador
E-mail: kazuiyuki.nakayama@agro.gov.br; kazuoceplac@gmail.com;
Tel: (73) 98867-9036

Lindolfo Pereira dos Santos Filho
Matemático, Especialização em Estatística
Mapa/SDR/Ceplac/Cepec; Pesquisador
E-mail: lindolfo.filho@agro.gov.br; lindolfoceplac@gmail.com; Tel (73) 98859-7860

Luís Fernando de Souza Magno Campeche
Engenheiro Agrônomo, D. Sc. Irrigação e Drenagem
Professor Titular do Instituto Federal do Sertão Pernambucano (IFSertãoPE) (2006-2024);
E-mail: luiscampeche@ifsertao-pe.edu.br; Tel (87) 99921-9197

Luiz Dimenstein
Engenheiro Agrônomo, M. Sc. Fertirrigação, Nutrição e Fisiologia vegetal
Diretor Executivo da Fertirrigar, Consultoria & Comercio
E-mail: luiz.dimenstein@fertirrigar.com; Tel (11) 97622-6190

Milton José da Conceição
Engenheiro Agrônomo; Especialista em Produção Vegetal
Mapa/SDR/Ceplac; Extensionista
E-mail: miltoncon@hotmail.com; (73) 99932-7667

Neyde Alice Bello Marques Pereira
Ciência e Tecnologia de Alimentos, M. Sc. Especialista em Qualidade do Cacau
Mapa/SDR/Ceplac/Cepec; Pesquisadora (1978 - 2024)
E-mail: nalice.bello@gmail.com; Tel: (73) 99132-7174

Quintino Reis de Araujo
Engenheiro Agrônomo, D. Sc., Manejo e Conservação de Solo e Água
Mapa/SDR/Ceplac/Cepec; Educador (1983 - 1996); Pesquisador (1996 - 2017)
Professor Titular da Uesc (1996 - 2024)
E-mail: quintinoar@gmail.com Tel: (73) 98867-8776

Raimundo Camelo Mororó
Biólogo, Especialista em Produção Agroindustrial, Chocolate Gourmet
Mapa/SDR/Ceplac/Cepec; Educador (1975 - 1987); Pesquisador (1988 - 2010)
Diretor Técnico da Chocolates Mendoá.
E-mail: rcmororo@gmail.com; Tel: (73) 99909-1177

Raúl René Melendez Valle
Engenheiro Agrônomo, PhD; Pós PhD. Crop Physiology.
Mapa/SDR/Ceplac/Cepec; Pesquisador (1987 -2023)
Professor Titular da UESC
E-mail: raulrenevalle@hotmail.com; Tel: (73) 98815-1267

Sandoval Oliveira de Santana (*in memoriam*)
Engenheiro Agrônomo, M. Sc. Pedologia
Mapa/SDR/Ceplac/Cepec; Extensionista (1973 - 1977); (Pesquisador (1978 - 2011)

Vital Pedro da Silva Paz
Engenheiro Agrícola, D. Sc. Irrigação e Drenagem
Professor Titular da Universidade Federal do Recôncavo da Bahia (UFRB) (2000-2024)
E-mail: vpspaz@gmail.com; Tel (75) 99143-8960

William Souza da Silva
Técnico em Agropecuária. Especialista em Pós-colheita e Classificação de Cacau
Mapa/SDI/Ceplac/Cepec; Extensionista (1980 - 2024);
E-mail: william-om22@hotmail.com; Tel: (73) 99181-5632.

Lista de Revisores Técnicos

Audo Dias do Nascimento
Engenheiro Agrônomo; Fitotecnia
Mapa/SDR/Ceplac; Extensionista (1982-2024)
E-mail: audodias@hotmail.com; 55 (73) 99997-9742

Edna Dora Martins Newman Luz
Engenheira Agrônoma; M. Sc. Microbiologia Agrícola; PhD. Fitopatologia
Mapa/SDR/Ceplac; Pesquisadora (1979-2019)
E-mail: ednadora@yahoo.com.br; 55 (73) 98831-1595

Edson Luiz Furtado
Engenheiro Agrônomo; M. Sc. Fitopatologia; D. Sc. Fitopatologia
Unesp/Botucatu; Professor Associado (1993-2024)
E-mail: edson.frurtado@unesp.br; 55 (14) 98124-4411

José Marques Pereira
Engenheiro Agrônomo; M. Sc. Zootecnia; D. Sc. Zootecnia
Emater/SE; Extensionista (1971-1977)
Mapa/SDR/Ceplac; Extensionista (1977-1989); Pesquisador (1989-2023)
E-mail: jmarquespereira48@gmail.com; Tel: 55 (73) 99131-9795

José Raimundo Bonadie Marques
Engenheiro Agrônomo; M. Sc. Genética e Melhoramento de Plantas
Mapa/SDR/Ceplac; Extensionista (1980-1981); Pesquisador (1981-2024)
E-mail: bonadiemarques@yahoo.com.br; 55 (73) 99122-4420

João Henrique Silva Almeida
Engenheiro Agrônomo; Fitotecnia
Mapa/SDR/Ceplac; Extensionista (1973-2023)
E-mail: jhsalmeida@yahoo.com.br; 55 (73) 99132-8306

Rivadalve Coelho Gonçalves
Engenheiro Florestal; M. Sc. Fitopatologia; D. Sc. Fitopatologia
Embrapa/Acre; Pesquisador (2003-2024)
E-mail: rivadalve.goncalves@embrapa.br; 55 (68) 99233-0105

Yeirme Yaneth Jaimes Suárez
Microbióloga; M. Sc. Biologia, Proteção de Plantas; D. Sc. Fitopatologia
Agrosavia/Santander/Colômbia; Investigador PhD Associada (2008-2024)
E-mail: yjaimes@agrosavia.co; (57) 316699-8723

Sumário

CAPÍTULO 1 - CACAU E CHOCOLATE: DA ORIGEM, DISTRIBUIÇÃO GEOGRÁFICA AO MERCADO CONTEMPORÂNEO

1. DOMESTICAÇÃO E USO DO CACAU PELOS POVOS ANTIGOS DA AMÉRICA 39

1.1. O cacau como moeda 42
1.2. Como o cacau era transportado 42

2. OS EUROPEUS CONHECEM O CACAU-BEBIDA 43

2.1. A conquista do Império Asteca e a exploração do cacau pelos espanhóis 44
2.2. A bebida chocolate passa a ser consumida pela corte espanhola 45
2.3. O cacau passa a ser fomentado nas colônias europeias 46

3. O CHOCOLATE PASSA A SER CONSUMIDO EM TODA A EUROPA 46

3.1. O aumento do consumo de chocolate estimula a expansão do cultivo do cacau para outras regiões 47
3.2. A fabricação e o consumo do chocolate avançam na Europa 47

4. A CACAUICULTURA SE EXPANDE NO MUNDO 48

4.1. Oferta mundial de cacau 48
4.1.1. Produtividade de cacau nos principais países produtores 49
4.1.2. O suprimento da oferta no mercado global 51
4.2. Principais países produtores de cacau e consumidores de chocolate 52

5. A CACAUICULTURA NO BRASIL 52

5.1. A exploração do cacau na Amazônia 52
5.2. A chegada do cacau à Bahia 53
5.3. A contribuição da Ceplac para o desenvolvimento da cacauicultura 55
5.4. A crise da lavoura do cacau na Bahia 55
5.5. Situação atual da cacauicultura no Brasil 56
5.6. Alternativas tecnológicas para os novos tempos da cacauicultura 58

6. A INDÚSTRIA DE MOAGEM DE CACAU NO BRASIL 59

7. A INDÚSTRIA DE CHOCOLATE NO BRASIL 60

7.1. Avanço das marcas regionais de chocolate no mercado 61
7.2. O mercado de chocolates no Brasil 64
7.3. Perspectiva para o cacau e chocolate brasileiro no mercado 64
7.3.1.Cacau e chocolate: potencial de mercado além da amêndoa 64
7.3.2.Perspectiva para crescimento do mercado 65

8. CONSIDERAÇÕES FINAIS 65

9. REFERÊNCIAS 66

CAPÍTULO 2 - CLASSIFICAÇÃO, CENTRO DE ORIGEM E DESCRIÇÃO BOTÂNICA DO CACAUEIRO

1. CLASSIFICAÇÃO BOTÂNICA DO CACAUEIRO **75**

1.1.Taxonomia do cacaueiro **75**

2. CENTRO DE ORIGEM DO CACAU **76**

2.1. Pesquisas contemporâneas sobre o centro de origem do cacau **79**
2.2.O acervo genético do cacaueiro na Amazônia **80**

3. DESCRIÇÃO BOTÂNICA DO CACAUEIRO **81**

3.1.Raízes **81**
3.2.Caule **83**
3.3.Folhas **84**
3.4.Flor **88**
3.4.1.Biologia floral do cacaueiro **88**
3.4.2.Morfologia floral do cacaueiro **89**
3.5.Fruto **90**
3.5.1.Início da frutificação dos cacaueiros **92**
3.5.2.Tempo entre a fecundação e a colheita do fruto **92**
3.5.3.Características dos frutos **92**
3.6.Sementes e amêndoas **99**
3.6.1. Germinação das sementes **102**
3.6.2.Conservação das Sementes **103**

4. VARIEDADES CULTIVADAS DE CACAU **103**

4.1. Cacau Criollo **103**
4.1.1 Características do cacau Criollo (BONDAR, 1938; BRAUDEAU, 1970).
4.2.Cacau Forasteiro **104**
4.2.1.Características do cacau Forasteiro (BONDAR, 1938; BRAUDEAU, 1970). **104**
4.2.2.Variedades de cacaueiros cultivados na Bahia **105**
4.2.2.1.Variedades Pará **105**
4.2.2.2.Variedade Parazinho **105**
4.2.2.3.Variedade Maranhão **106**

4.3. Cacau Trinitário **106**
4.3.1. Características do cacau Trinitário **107**

5. REFERÊNCIAS **108**

CAPÍTULO 3 - INFLUÊNCIA DE ELEMENTOS CLIMÁTICOS E FATORES AMBIENTAIS SOBRE O CRESCIMENTO E A PRODUÇÃO DO CACAUEIRO

1. O CLIMA PARA O CACAUEIRO **115**

2. ELEMENTOS CLIMÁTICOS E FATORES AMBIENTAIS **115**

2.1. Efeito dos elementos climáticos sobre o cacaueiro 115
2.1.1. Precipitação 115
2.1.2. Temperatura 117
2.1.3. Umidade Relativa 120
2.1.4. Radiação 121
2.1.5. Ventos 122
2.2. Efeito de fatores ambientais sobre o cacaueiro 123
2.2.1. Altitude 123
2.2.2. Relevo 124
2.2.3. Massas de Ar 125
2.2.4 O papel do sombreamento e quebra-vento sobre o ambiente para o cacaueiro 126

3. EFEITOS DOS ELEMENTOS CLIMÁTICOS SOBRE OS EVENTOS FENOLÓGICOS DO CACAUEIRO 128
3.1. Lançamento foliar 128
3.2. Brotações e crescimento vegetativo 129
3.3. Florescimento 130
3.4. Frutificação 131
3.4.1. Peco fisiológico 133

4. ELEMENTOS CLIMÁTICOS E OCORRÊNCIA SIMULTÂNEA DE EVENTOS FENOLÓGICOS DO CACAUEIRO EM QUATRO PERÍODOS DISTINTOS 135

5. REFERÊNCIAS 138

CAPÍTULO 4 - SOLOS PARA O CULTIVO DO CACAUEIRO

1. SOLOS PARA O CACAUEIRO 145

2. FATORES EDÁFICOS QUE INTERFEREM NO DESENVOLVIMENTO E PRODUÇÃO DO CACAUEIRO 146

2.1.Profundidade do solo 146
2.2.Textura 146
2.3.Estrutura do solo 147
2.4.pH 147
2.5.Matéria orgânica 147
2.6.Relação C/N 148
2.7.Drenagem do solo 148
2.8.Topografia do solo 148

3. PROPRIEDADES DOS SOLOS QUE LIMITAM O CULTIVO DO CACAUEIRO 149

4. SOLOS DA REGIÃO CACAUEIRA DO SUDESTE DA BAHIA 149

4.1.Solos com Horizonte Argílico 150
4.1.1.Tropudalfs (solos eutróficos - saturação de bases acima de 50% no horizonte diagnóstico) 150

4.1.1.1.Solos Tropudalfs variação Cepec 151
4.1.2.Tropodults (Ultissols - saturação de bases inferior a 50% no horizonte diagnóstico) 153
4.1.2.1.Solos Tropudults variação Itabuna 153
4.1.2.2.Solo Tropudults variação Camacã 154
4.1.2.3.Solos Tropudults variação Morro Redondo 156
4.1.2.4.Solos Tropudults variação São Paulinho 156
4.1.2.5.Solos Tropudults variação Vargito 157
4.1.2.6.Solos Tropudults variação São Mateus 159
4.1.2.7.Solos Tropudults variação Cururupe 160
4.1.2.8.Tropudults variação Nazaré 161
4.1.3.Solos Argiustolls (Molisols - horizonte A Mólico) 162
4.1.3.1.Solos Argiustolls variação Itamirim 162
4.2.Solos com Horizonte Óxico 163
4.2.1. aplorthox variação Tabuleiro 164
4.2.2.Haplorthox variação Cristalino 166
4.2.3.Haplustox variação Tabuleiro 167
4.2.4.Haplustox variação Cristalino 168
4.2.5.Eutorthox 170
4.2.5.1 Unidade: Linhares 170
4.2.6.Umbriorthox 171
4.3. Solos com Horizonte Câmbico 172
4.3.1.Distropepts 172
4.3.2.Eutropepts 174
4.3.2.1.Unidade Itabuna Raso 174
4.4.Solos com Horizonte Spódico 175
4.4.1.Tropaquods 175
4.4.1.1.Unidade Podzol 176
4.5. Solos pouco desenvolvidos 177
4.5.1.Neossolos Quartzarênicos - Quartzipsamments unidade Areias Costeiras 177
4.5.2.Neossolos Quartzarênicos - Quartzipsamments Unidade Cairu 178
4.6.Solos Orgânicos - Organossolos 178
4.7.Solos Indiferenciados 179
4.7.1.Solos Aluviais - Neossolos Flúvicos 179
4.7.1.1.Solos Aluviais fase Argilosa 179
4.7.1.2.Solos Aluviais fase Franco-Arenosa 181
4.7.1.3.Solos Aluviais fase Arenosa 181
4.7.2.Solos Hidromórficos - Gleissolos. 181
4.7.3.Solos Semiáridos 182
5. REFERÊNCIAS 182
6. ANEXO 1: Glossário 186

CAPÍTULO 5 - PROPAGAÇÃO DO CACAUEIRO

1. INTRODUÇÃO **193**

2. PROPAGAÇÃO SEXUADA **193**

2.1.Formação de mudas seminais **193**
2.1.1. Construção do viveiro **193**
2.1.2.Preparo das mudas **194**
2.1.2.1.Preparo do substrato e enchimento dos sacos de polietileno **194**
2.1.3. Propagação por Sementes **196**
2.1.3.1.Histórico e seleção **196**
2.1.3.2.Porta-enxertos **196**
2.1.3.3.Preparo das sementes e semeadura **197**
2.2.Tratos culturais nas mudas enviveiradas **198**
2.3.Controle preventivo de pragas e doenças **199**
2.3.1.Controle preventivo de pragas **199**
2.3.2.Controle preventivo de doenças **199**

3. PROPAGAÇÃO ASSEXUADA **200**

3.1.Clonagem **200**
3.2.Características dos clones de cacau recomendados **200**
3.2.1.Clones compatíveis e incompatíveis **200**
3.3. Detalhamento de características dos clones recomendados **202**

4. MÉTODOS DE PROPAGAÇÃO VEGETATIVA DO CACAUEIRO **210**

4.1. Enxertia **210**
4.1.1.Vantagens do método de enxertia **210**
4.1.2.Porta-enxerto ou cavalo **210**
4.1.3.Enxerto ou cavaleiro **211**
4.1.4. Garfagem **211**
4.1.4.1.Garfagens de topo em fenda e lateral **211**

5. EXECUÇÃO DA ENXERTIA **213**

5.1.Enxertia passo a passo **213**
5.1.1.Preparar as hastes (garfos) **213**
5.1.2.Realizar a enxertia **215**

6. PRODUÇÃO DE MUDÕES **218**

7. ESTAQUIA: AVANÇOS NA PROPAGAÇÃO VEGETATIVA DO CACAUEIRO COM RAMOS PLAGIOTRÓPICOS E ORTOTRÓPICOS **219**

7.1. Enraizamento de Miniestacas do Cacaueiro **220**

8. REFERÊNCIAS **223**

CAPÍTULO 6 - FORMAÇÃO DE NOVOS CACAUAIS

1. INTRODUÇÃO 227

2. ESCOLHA DA ÁREA 228

3. PREPARO DA ÁREA 228

3.1. Roçagem 228
3.2. Balizamento 229
3.3. Sombreamento 231
3.3.1. Sombreamento Provisório 231
3.3.2. Sombreamento definitivo ou permanente 233

4.ABERTURA DAS COVAS 234

4.1. Calagem e adubação das covas 234

5.PLANTIO DAS MUDAS 235

6.RENOVAÇÃO DE CACAUEIROS 239

6.1 Diagnóstico. Áreas prioritárias de recuperação 239
6.2. Preparo da área nos trabalhos de renovação 240

7.REFERÊNCIAS 241

CAPÍTULO 7 - MANEJO INTEGRADO DO CACAUEIRO PARA ALTA PRODUTIVIDADE

1. INTRODUÇÃO 243

2.CONTROLE DE PLANTAS INVASORAS 243

3. ADEQUAÇÃO DA LUMINOSIDADE 247

4. DESBROTA CONVENCIONAL E DESBROTA PRECOCE 248

5. PODA DE FORMAÇÃO E DE MANUTENÇÃO DO CACAUEIRO 249

5.1.Poda de formação e de manutenção dos cacaueiros clonados 249
5.2.Poda de manutenção do cacaueiro tradicional 251
5.2.1.Adequação da altura do cacaueiro 252
5.2.2.Poda de adequação da copa 252
5.2.3.Condução das palmas 252

6. DRENAGEM 254

7. CALAGEM 254

8. GESSAGEM 255

9. ADUBAÇÃO DO CACAUEIRO 255

9.1.Considerações sobre adubação modular do cacaueiro 257
9.2.Recomendações para uma adubação eficaz 258
9.3.Adubação com Micronutrientes 260
9.4.Adubação orgânica do cacaueiro 261

9.4.1.Outras considerações sobre o manejo orgânico do cacau **264**
9.5.Diagnose foliar do cacaueiro **264**
9.5.1.Fertilizante foliar produzido a partir de casca do fruto do cacaueiro **266**
10. REFERÊNCIAS **268**

CAPÍTULO 8 - PRAGAS DO CACAUEIRO NAS REGIÕES TRADICIONAIS DE CULTIVO DO BRASIL

1. INTRODUÇÃO **273**
2. PRAGAS ENTOMOLÓGICAS DANOSAS À PLANTA E À PRODUÇÃO **273**
2.1. Principais pragas que atacam os cacaueiros da Bahia, Espírito Santo e da Região Norte **273**
2.2. Observações e recomendações sobre os principais insetos praga que infestam os cacauais brasileiros **275**
2.2.1. "Ácaro da gema vegetativa do cacaueiro" *Aceria reyesi* (Nuzzaci, 1973) (Acari: Eriophyidae) **275**
2.2.2. "Ácaro vermelho ou mexicano" *Tetranychus mexicanus* (McGregor, 1950) (Acari: Tetranychidae) **280**
2.2.3. "Manhoso do Cacaueiro" *Steirastoma breve* (Sulzer, 1776) (Coleoptera: Cerambycidae) **280**
2.2.4. "Vaquinha Verde" *Percolaspis ornata* (Germar, 1824) (Coleoptera: Chrysomelidae). **283**
2.2.5. "Vaquinha Preta" *Taimbezinhia theobromae* (Bryant, 1924) (Coleoptera: Chrysomelidae) Foto S. Lacau **284**
2.2.6. "Broca do fruto do cacaueiro da Amazonia" *Conotrachelus humeropictus* (Fiedler,1940) (Coleoptera: Curculionidae) **287**
2.2.7. "Carneirinho", "Bicudo" ou "Gorgulho do Cacaueiro" *Heilipodus clavipes* (Fabricius, 1801) (Coleoptera: Curculionidae) **290**
2.2.8. "Escólito Marrom do Cafeeiro" *Xylosandrus morigerus* (Blandford, 1984). (Coleoptera: Curculionidae, Scolytinae) **292**
2.2.9. "Cigarrinha da Almofada" *Clastoptera* sp. (Hemiptera: Glastopiteridae) **294**
2.2.10. "Cigarrinha do Ramo" *Metcalfiella pertusum* (German, 1835) (Hemiptera: Membracidae) **295**
2.2.11."Zebrinha" ou "Soldadinho" *Membracis foliata* (L.1758) (Hemiptera:Membracidae) **296**
2.2.12. "Monalônio" ou "Chupança-do-cacau" *Monalonion bondari* (Costa Lima,1938) e Monalonion annulipes Signoret, 1858 (Hemíptera Miridae) **297**
2.2.13. "Cochonilha Farinhenta" *Planococcus citri* (Risso, 1813) (Hemíptera: Pseudococcidae) **300**
2.2.14. “Formigas Cortadeiras” *Acromyrmex* spp. e *Atta* spp. (Hymenoptera: Formicidae: Myrmicinae) **301**
2.2.15. "Formiga de Enxerto" *Azteca paraensis bondari* (Hymenoptera: Formicidae: Dolichoderinae) **303**

2.2.16.Lagarta "Enrola-folha" *Syllepte prorogata* (Hampson, 1912). (Lepidoptera: Crambidae) **304**
2.2.17. Lagarta "Estenoma" *Stenoma decora* (Zeller, 1854) (Lepidoptera: Oecophoridae) **305**
2.2.18."Lagarta-mede-palmo ou Lagarta de compasso" *Hemeroblemma mexicana* (Guenée, 1852) (Lepidoptera: Noctuidae) **306**
2.2.19."Tripes do Cacaueiro" *Selenothrips rubrocinctus* (Giard, 1901) (Thysanoptera:Thrypidae) **307**

3. VERTEBRADOS QUE CAUSAM PREJUÍZOS AO CACAUEIRO **309**

3.1. Aves que danificam os frutos **309**
3.2. Mamíferos roedores do cacau **310**

4. PRAGAS DO CACAU ARMAZENADO **311**

5. REFERÊNCIAS **312**

CAPÍTULO 9 - DOENÇAS DO CACAUEIRO

1. INTRODUÇÃO **319**

2. VASSOURA DE BRUXA **320**

2.1. Etiologia **320**
2.2. Hospedeiros **321**
2.3. Sintomas **321**
2.4. Epidemiologia **323**
2.5. Manejo da doença **325**
2.5.1. Controle genético **326**
2.5.2. Controle cultural **326**
2.5.3. Controle biológico **327**
2.5.4. Controle químico **327**
2.6. Monitoramento, vigilância genômica e tomada de decisão baseada em dados **329**
2.7. Educação fitossanitária e treinamento **329**

3. PODRIDÃO PARDA **330**

3.1. Etiologia **330**
3.2. Hospedeiros **330**
3.3. Sintomas **331**
3.4. Epidemiologia **332**
3.5. Manejo da doença **332**

4. MURCHA DE CERATOCYSTIS **333**

4.1. Etiologia **334**
4.2. Hospedeiros **334**
4.3. Sintomas **334**
4.4. Epidemiologia **336**
4.5. Manejo da doença **337**

5. MURCHA DE VERTICILLIUM 338
5.1. Etiologia 338
5.2. Hospedeiros 338
5.3. Sintomas 338
5.4. Epidemiologia 340
5.5. Manejo da doença 340
6. DOENÇAS DE RAÍZES 341
6.1. Podridão negra 341
6.1.1. Etiologia 341
6.1.2. Hospedeiros 341
6.1.3. Sintomas 342
6.1.4. Epidemiologia 342
6.2. Podridão vermelha 344
6.2.1. Etiologia 344
6.2.2. Hospedeiros 344
6.2.3. Sintomas 344
6.2.4. Epidemiologia 345
7. CANCROS 346
7.1. Cancro de Phytophthora 346
7.1.1. Etiologia 347
7.1.2. Hospedeiros 347
7.1.3. Sintomas 347
7.1.4. Epidemiologia 348
7.2. Cancro de Lasiodiplodia 348
7.2.1. Etiologia 348
7.2.2. Hospedeiros 348
7.2.3. Sintomas 349
7.2.4. Epidemiologia 349
7.2.5. Manejo da doença 351
8. MORTE DESCENDENTE 351
8.1. Etiologia 351
8.2. Hospedeiros 352
8.3. Sintomas 352
8.4. Epidemiologia 352
8.5. Manejo da doença 353
9. GALHA DA ALMOFADA 354
9.1. Etiologia 354
9.2. Hospedeiros 354
9.3. Sintomas 355
9.4. Epidemiologia 356
9.5. Manejo da doença 356

10. ANTRACNOSE 357
10.1. Etiologia 357
10.2. Hospedeiros 357
10.3. Sintomas 357
10.4.Epidemiologia 358
10.5.Manejo da doença 359
11.MAL-ROSADO 359
11.1.Etiologia 359
11.2.Hospedeiros 359
11.3.Sintomas 360
11.4.Epidemiologia 360
11.5.Manejo da doença 360
12.VIROSE 361
12.1.Etiologia 361
12.2.Hospedeiros 362
12.3.Sintomas 362
12.4.Transmissão 362
12.5.Diagnose 363
12.6.Perspectivas futuras 363
13. REFERÊNCIAS 368

CAPÍTULO 10 - MONILÍASE DO CACAUEIRO

1.ORIGEM E IMPORTÂNCIA 373
2.ETIOLOGIA 373
3.DISTRIBUIÇÃO GEOGRÁFICA 374
4. PERDAS NA PRODUÇÃO DE CACAU CAUSADAS PELA MONILÍASE 376
5.HOSPEDEIROS DO *M. Roreri* 378
6.BIOLOGIA 379
7.CICLO DE VIDA 380
7.1. Diversidade genética de *M. roreri* 382
8. EPIDEMIOLOGIA 383
9. SINTOMAS E SINAIS DA MONILÍASE 385
9.1. Presença de frutos mumificados 387
10. MÉTODOS DE CONTROLE DA MONILÍASE 388
10.1.Controle Cultural 388

10.1.1.Efeito da remoção semanal e quinzenal de frutos sobre a incidência da MO e outras doenças **388**
10.1.2.Uso de antiesporulantes no tratamento de casqueiros **389**
10.1.3.Outras práticas que poderão facilitar o controle cultural **390**
10.2.Controle Biológico **391**
10.3.Controle Químico **391**
10.3.1.Resultados com o controle químico **392**
10.4. Controle genético **394**
10.4.1. Pesquisas com resistência genética a MO em outros países **395**
10.4.1.1.Equador **395**
10.4.1.2.Costa Rica **396**
10.4.1.3.Colômbia **396**
10.4.1.4.Peru **397**
10.4.1.5.México **397**

11. A MONILÍASE NO BRASIL **398**

11.1.Riscos de nova introdução e dispersão da MO no Brasil **399**
11.2.Fatores de influência na velocidade de introdução e dispersão da monilíase **401**
11.3. Impactos da introdução da monilíase no Brasil **402**

12. PREVENÇÃO À MONILÍASE NO BRASIL **402**

13.REFERÊNCIAS **404**

CAPÍTULO 11 - IRRIGAÇÃO NA CULTURA DO CACAU

1. A IRRIGAÇÃO NA CACAUICULTURA **413**

2. DECISÃO QUANTO A IRRIGAÇÃO **414**

2.1. Quanto e quando irrigar? **414**
2.2. Como irrigar? **414**

3. O SOLO COMO UM RESERVATÓRIO DE ÁGUA **414**

3.1. Principais características do solo relacionadas a capacidade de armazenamento de água **416**
3.1.1. Densidade de partículas **416**
3.1.2. Porosidade total do solo **416**
3.1.3. Macroporidade **416**
3.2. Limites de umidade do solo **417**
3.3. Capacidade de armazenamento de água no solo **418**
3.4. Potencial matricial da água no solo **420**

4. DISPONIBILIDADE DE ÁGUA NO SOLO E LÂMINA ARMAZENADA **420**

4.1. Conceito de lâmina de precipitação ou irrigação **420**
4.2. Disponibilidade total de água no solo **421**

4.2.1. Lâmina de água armazenada 423
4.3. Disponibilidade real de água no solo 423
5. LÂMINA LÍQUIDA E LÂMINA BRUTA DE IRRIGAÇÃO 424
6. TEMPO DE APLICAÇÃO DE ÁGUA 425
6.1. Turno de rega 425
7. DEMANDA HÍDRICA OU EVAPOTRANSPIRAÇÃO DO CACAUEIRO 425
8. MÉTODOS DE IRRIGAÇÃO PARA O CACAUEIRO 428
8.1. Sistemas de irrigação localizada 428
8.2. Diferenças entre os sistemas de gotejamento e microaspersão 429
8.3. Vantagens e limitações dos sistemas de irrigação localizada 429
8.3.1.Vantagens 429
8.3.2.Limitações 430
8.4. Componentes de um sistema de irrigação localizada 431
8.4.1.Cabeçal de controle 431
8.4.2.Tubulações 433
8.4.3.Emissores 434
8.5.Estrutura hidráulica do sistema em campo (lay-out) 436
8.5.1.Subunidade de Irrigação 436
8.5.2.Unidade de Irrigação 436
8.5.3.Unidade operacional 436
9. MANEJO DA IRRIGAÇÃO 437
9.1.Tanque Classe A 437
9.2. Estimativa da Evapotranspiração 437
9.2.1.Evapotranspiração de referência 437
9.2.2.Evapotranspiração da cultura 439
9.3. Estudo de caso do manejo da irrigação localizada na cultura do cacau 440
9.3.1.Operação do manejo da irrigação 441
10. REFERÊNCIAS 444

CAPÍTULO 12 - FERTIRRIGAÇÃO DO CACAUEIRO

1.INTRODUÇÃO 449
2.CONCEITO DE FERTIRRIGAÇÃO 450
3.CONDUTIVIDADE ELÉTRICA 450
3.1. Relação entre Condutividade Elétrica (CE) e Equivalentes Químicos[2] (Eqs) dos nutrientes 450
4. pH E SUA MANIPULAÇÃO VIA FERTIRRIGAÇÕES 452
5. INTERPRETAÇÕES PARA MANEJO DE FERTIRRIGAÇÕES 455
6.QUANTIDADE X CONCENTRAÇÃO - COMO DOSAR AS FERTIRRIGAÇÕES 457

7. PARÂMETROS SUGERIDOS NA SOLUÇÃO DO SOLO PARA CACAU COM FERTIRRIGAÇÃO 459
8. FERTIRRIGAÇÕES X ADUBAÇÕES CONVENCIONAIS. CONCLUSÕES 459
9. REFERÊNCIAS 460

CAPÍTULO 13 - MECANIZAÇÃO AGRÍCOLA: EXPERIÊNCIAS COM O CULTIVO DO CACAUEIRO NO BRASIL

1.INTRODUÇÃO 460
2.MECANIZAÇÃO DA CACAUICULTURA - "ESTADO DA ARTE" 466
3.ONDE E COMO MECANIZAR A CACAUICULTURA 468
4.CLONES, ESPAÇAMENTOS E DISPOSIÇÃO ESPACIAL DO PLANTIO MECANIZADO DO CACAUEIRO 470
4.1.Espaçamento e disposição espacial 470
4.2.Levantamentos iniciais 472
4.3.Preparo da área 472
4.4.Preparo do solo 473
5.ESTUDO DE CASO DE CACAUICULTURA MECANIZADA-ITABERABA-BAHIA 473
5.1.Preparo de solo na Fazenda Barro Vermelho 474
5.2.Preparação dos sulcos de plantio na fazenda Barro Vermelho 475
6. PLANTIO DA BANANEIRA 476
7. PLANTIO DO CACAUEIRO 477
8. TRATOS CULTURAIS NO CULTIVO MECANIZADO DO CACAUEIRO 479
8.1.Mecanização da poda 479
8.2.Controle de plantas invasoras 480
8.3.Manejo de invasoras e restos culturais - Trituração de resíduos 482
8.4.Adubação em sistemas mecanizados de cultivo do cacaueiro 483
9.CONTROLE FITOSSANITÁRIO EM SISTEMAS MECANIZADOS DE CULTIVO DO CACAUEIRO 485
10.MECANIZAÇÃO DA PRÉ-COLHEITA, COLHEITA E PÓS-COLHEITA 485
10.1.Pré-colheita e Colheita 485
11.PÓS-COLHEITA: QUEBRA MECANIZADA E BENEFICIAMENTO DOS FRUTOS 487
11.1.Quebra no campo 487
11.2.Quebra na usina 487
12.CONSIDERAÇÕES FINAIS 490
13.REFERÊNCIAS 491

CAPÍTULO 14 - POLINIZAÇÃO DO CACAUEIRO

1.INTRODUÇÃO **495**

2. A POLINIZAÇÃO NATURAL NO CACAUEIRO **495**

3. INCOMPATIBILIDADE GAMÉTICA **496**

4. OS POLINIZADORES COMPLETOS E EFETIVOS DO CACAUEIRO **496**

4.1. Práticas fitotécnicas promotoras das populações das moscas *Forcipomyia* spp. **498**

5. OS INSETOS AUTOPOLINIZADORES DO CACAUEIRO **499**

6.PRÁTICAS FITOTÉCNICAS PROMOTORAS DAS POPULAÇÕES DOS PULGÕES POLINIZADORES **505**

7. POLINIZAÇÃO ARTIFICIAL DO CACAUEIRO **505**

8. POLINIZAÇÃO MANUAL DA FLOR DO CACAUEIRO **505**

8.1.Vantagens e desvantagens da polinização manual **506**
8.1.1. Principais vantagens da polinização manual **506**
8.1.2. Desvantagens da polinização manual **506**
8.2.Condições para uma econômica e efetiva polinização manual **507**
8.3. Material empregado na polinização manual **507**
8.4. Passo a passo da polinização manual **507**

9. POLINIZAÇÃO VENTILADA EM CACAUEIRO AUTOCOMPATÍVEL **510**

9.1.Polinização com pulverizador/atomizador **510**
9.2.Vantagens da polinização ventilada **511**
9.3.Fatores que afetam diretamente a efetividade da polinização **512**
9.4.Passo a passo da polinização ventilada **512**

10.REFERÊNCIAS **513**

CAPÍTULO 15 - PRÉ-BENEFICIAMENTO E CLASSIFICAÇÃO DO CACAU

1.INTRODUÇÃO **519**

2.ETAPAS DO BENEFICIAMENTO **519**

2.1.Colheita **519**
2.1.1.Procedimentos da Colheita **520**
2.2.Quebra **522**
2.3. Fermentação **524**
2.3.1.Revolvimento das amêndoas **526**
2.3.2.Ocorrências importantes duante a fase acética **526**
2.3.3.Mudanças que ocorrem na fermentação **527**
2.4.Secagem **527**
2.4.1.Processo natural de Secagem **527**
2.4.1.1.Manipulação do cacau na Secagem Artificial **528**

2.4.2.Processo de Secagem Artificial 530
2.5. Armazenamento 532
3.CLASSIFICAÇÃO DO CACAU 532
4. ANÁLISE FÍSICO SENSORIAL DA AMÊNDOA 537
4.1. Etapas 537
4.1.1. Padrão de avaliação da qualidade físico-sensorial da amêndoa de cacau fino. 538
5. REFERÊNCIAS 541

CAPÍTULO 16 - FABRICAÇÃO DE CHOCOLATE E APROVEITAMENTO DE DERIVADOS DO CACAU

1.INTRODUÇÃO 545
2. APROVEITAMENTO INTEGRAL DO FRUTO DO CACAU 546
3. FABRICAÇÃO DO CHOCOLATE 548
3.1. Processamento de chocolate 549
3.1.1. Etapas da fabricação do chocolate 549
3.1.2. Conchagem 550
3.1.3. Temperagem 551
3.1.4 Envasamento/moldagem e embalagem 552
3.1.5. Passo a passo na fabricação do chocolate 555
4. DERIVADOS DO CACAU 556
4.1. Nibs de cacau 556
4.2. Produção de polpa, mel e geleia de cacau 557
4.2.1. Colheita, recepção e lavagem dos frutos 557
4.2.2. Abertura dos frutos e retirada das sementes 558
4.2.3. Extração da polpa de cacau 559
4.2.3.1. Néctar 561
4.2.3.2. O mercado de polpa de frutas 562
4.2.4. Mel de cacau 562
4.2.5. Geleia de cacau 562
4.2.5.1. Etapas do processamento 563
5. AVANÇO DA INDÚSTRIA DE CHOCOLATE COM ALTO TEOR DE CACAU NAS REGIÕES PRODUTORAS 564
5.1. Fabricação de chocolates com alta concentração de cacau 566
5.2. Capacitação de empreendedores e incubação de empresas 567
6. A QUALIDADE DO CACAU E DO CHOCOLATE NO BRASIL 567
7. PÓS-COLHEITA E PROCESSAMENTO DO CACAU FINO 567
7.1. Aromas de constituição do chocolate 568

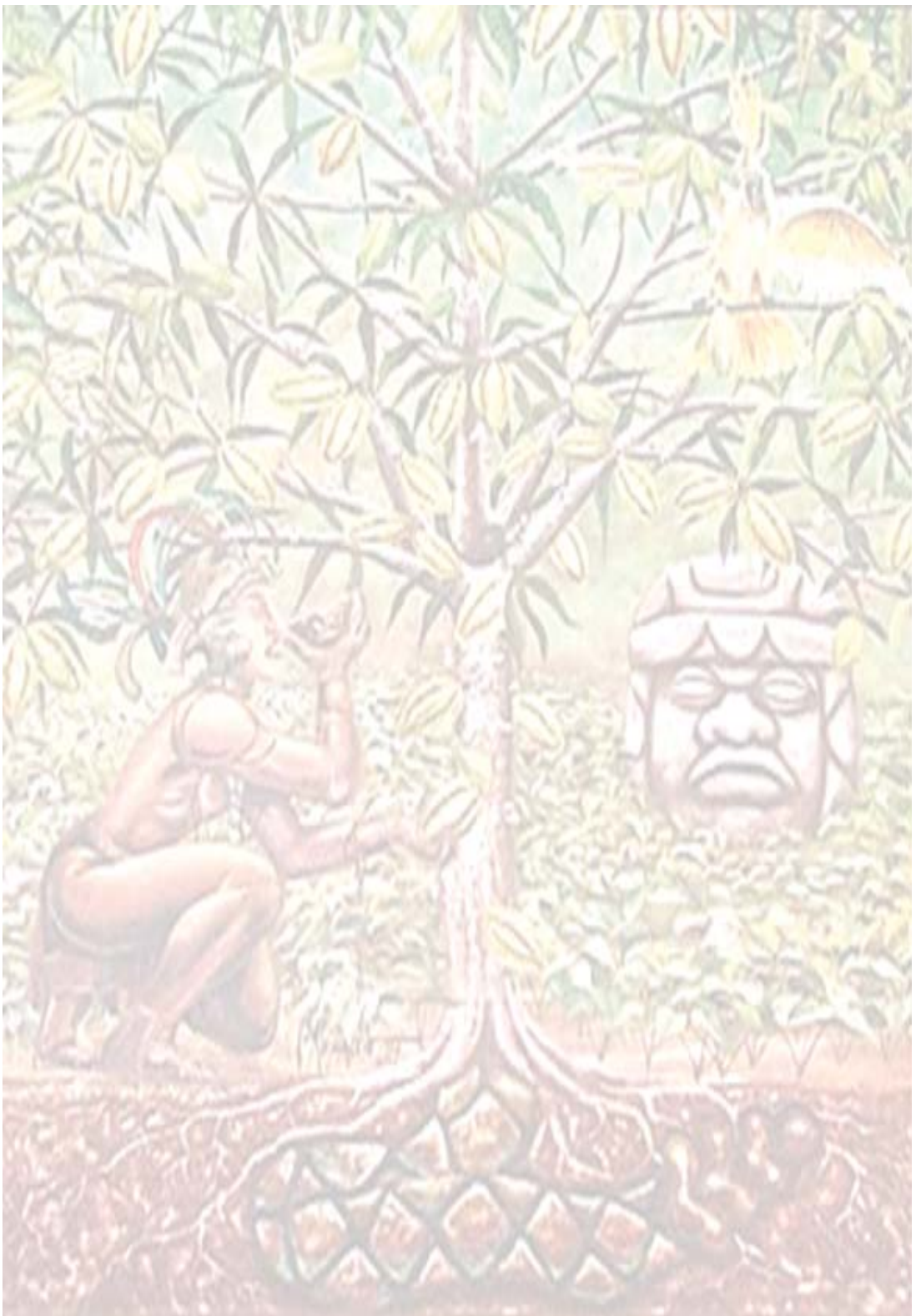
7.2. Análise sensorial **569**
7.3. Linha do tempo do cacau de qualidade **570**
8.CONSIDERAÇÕES FINAIS **572**
9.REFERÊNCIAS **572**

CAPÍTULO 17 - COMERCIALIZAÇÃO DE CACAU EM AMÊNDOAS E DERIVADOS

1. INTRODUÇÃO **577**
2. CANAIS DE COMERCIALIZAÇÃO **578**
3. SEGMENTAÇÃO DA CADEIA DE COMERCIALIZAÇÃO DO CACAU **578**
4. PRODUÇÃO E COMERCIALIZAÇÃO DE PRODUTOS DO CACAU PROCESSADO **583**
5. PRODUÇÃO DE CACAU POR ESTADO **585**
5.1. Área colhida, produção, produtividade, valor e evolução do relação com o preço do cacau **586**
6. PRODUÇÃO, IMPORTAÇÃO, EXPORTAÇÃO E ESTOQUE DE CACAU NO MERCADO INTERNO **588**
7. RELAÇÃO ENTRE BALANÇO COMERCIAL, CONSUMO E PREÇOS DE CACAU **593**
8. MODELO PARA ESTIMAR O FLUXO MENSAL DA OFERTA E DEMANDA DE CACAU **595**
9. CONSIDERAÇÕES SOBRE O *DRAWBACK* **597**
10.VALOR DAS EXPORTAÇÕES DE CACAU **598**
11. MERCADO DO CACAU FINO E CHOCOLATE COM ALTO TEOR DE CACAU **600**
12. COMPORTAMENTO DOS PREÇOS DO CACAU EM AMÊNDOAS E DERIVADOS **602**
13. RELAÇÃO ESTOQUE/MOAGEM **604**
14. REFERÊNCIAS **605**

CAPÍTULO 1

Cacau e chocolate: da origem, distribuição geográfica ao mercado contemporâneo



CACAU E CHOCOLATE: DA ORIGEM, DISTRIBUIÇÃO GEOGRÁFICA AO MERCADO CONTEMPORÂNEO

Adonias de Castro Virgens Filho

1. DOMESTICAÇÃO E USO DO CACAU PELOS POVOS ANTIGOS DA AMÉRICA

A história do cacau tem início com as civilizações pré-colombianas da América, através dos olmecas, maias, incas e astecas. Os olmecas viveram no período entre 1500 a.C. e 400 a.C., sendo a civilização pioneira na exploração do cacau e os primeiros a conhecerem a bebida-cacau. Eles habitavam o território atualmente correspondente aos estados de Veracruz e Tabasco, no sul do México. Séculos mais tarde, o cacau foi usado pelos maias, povos que conheceram esta bebida mil anos antes dos astecas[1] (PORRO, 1997). No entanto, há outras evidências que sugerem a possibilidade de haver a exploração de cacau em período anterior aos citados.

O auge da civilização maia ocorreu entre os anos 250 d.C. e 900 d. C., na região conhecida como Mesoamérica, localizada em sua maior parte na América Central, nos territórios atualmente ocupados pela Guatemala, parte leste de Honduras, El Salvador e Belize, e na América do Norte, na região que atualmente corresponde ao sul do México. Estes povos fizeram parte das civilizações pré-colombianas e também mesoamericanas (SILVA, 2022a; 2022b).

Os maias plantavam cacau, colhiam e torravam as amêndoas, transformando-as em uma pasta que era misturada a água, farinha de milho, pimenta e outras especiarias, resultando numa bebida fria, amarga e espumante, chamada *"xocoatl"* (COADY, 1998). Era uma bebida energética, além de afrodisíaca. Para os maias, o cacau era o alimento dos deuses (Figura 1) e eles organizavam um festival anual para os homenagear. O cacau-bebida era consumido em rituais religiosos pelas elites nobres, cortesãos e pelos guerreiros (Figura 2), como atestam hieróglifos do período Clássico[1].

Os nobres e guerreiros astecas preparavam o *tchocoatl* com baunilha e mel; para eles, a bebida possuía efeito afrodisíaco. Os guerreiros tomavam o *tchocoatl* enriquecido com energéticos, a fim de lutarem nos conflitos entre etnias, tornando-se mais fortes que os seus adversários. Os sacerdotes astecas, em suas cerimônias religiosas, usavam a bebida-cacau adicionada a cogumelos alucinógenos (HERMÉ, 2006).

[1/]Os historiadores Sophie D. Coe e Michael D. Coe, publicaram a obra *The True History of Chocolate (Londres: Thames and Hudson, 1996*, 280 p.), baseada em estudos arqueológicos, icônicos, hieroglíficos e antropológicos, mostrando que é possível retratar a história do cacau e do chocolate, desde os eventos ocorridos há cerca de 3000 anos atrás até os dias atuais (PORRO, 1997).

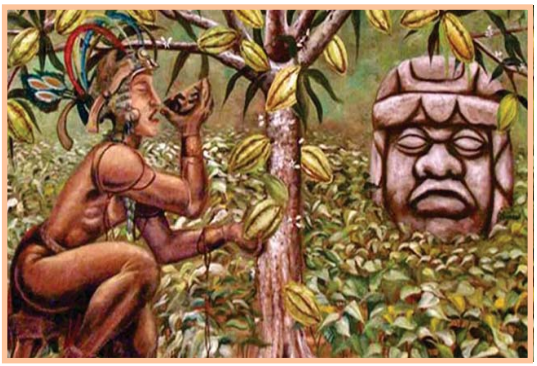


Figura 1. Cacau: alimento dos Deuses. Fonte: História do Cacau e Chocolate, 2021.

Figura 2. Maias: bebida-cacau como oferenda. Fonte: Conhecimento Científico, 2021.

Os astecas acreditavam fielmente que *Quetzalcoatl*, deus da sabedoria e do conhecimento, havia trazido sementes de cacau do céu como um presente divino; por isso eles festejavam as colheitas com rituais de sacrifícios humanos, oferecendo taças de chocolate às vítimas (Figura 3). Os astecas restringiam o hábito de consumir chocolate aos sacerdotes, guerreiros e a elite da sociedade (HERMÉ, 2006; RAMOS, 2010) (Figura 4). Entre os maias, à diferença da sociedade asteca, a elite política coincidia em geral com a elite comercial, por essa razão o cacau entrava na vida social graças ao comércio e não como tributo (DINIZ, 2012).

Os astecas chamavam o cacau de *cacahuatl*, termo herdado dos maias, enquanto a bebida era chamada de *xocoatl* ou *tchocoatl*. A palavra chocolate foi um neologismo criado pelos espanhóis, a partir do termo maia *xocol* ou *tchocol* (amarga) e da palavra asteca *atl (água)*; a palavra *tchocoatl* é um termo da língua asteca náuatle, que significa dizer "água amarga" (*xococ* + *tl*) (PORRO, 1997; HERMÉ, 2006).

Os astecas usavam amêndoas de cacau como moeda para gerar divisas e cobrar tributos. De acordo com Cervantes de Salazar, em sua obra *Crónica de Nueva España,*

Figura 3. Chocolate: bebida sagrada dos maias e astecas. Fonte: Chocolate a bebida sagrada de Maias e Astecas, 2021.

Figura 4. O consumo de chocolate pelos astecas. Fonte: Festival Internacional de Chocolate de Óbidos, 2021.

citada por Porro (1997), os encargos cobrados por Montezuma, imperador asteca, chegaram a acumular 40 mil cargas nos armazéns, o equivalente a 1.200 toneladas de amêndoas de cacau. Grande parte deste tesouro destinava-se ao pagamento do soldo dos guerreiros e sua alimentação.

Os incas também foram uma importante civilização na história do cacau. Eles viveram no período entre 3000 a.C. a 1500 d.C., numa extensão de 4.000 km em torno da Cordilheira dos Andes (Figura 5), em territórios pertencentes atualmente ao Peru, Chile, Bolívia e Equador. A capital do império era denominada de Cusco, cidade peruana situada no sudeste do Vale Sagrado, na região dos Andes, a uma altitude de 3400 m, onde é atualmente a capital da Província de Cusco (FRANCO, 2001; ARAÚJO, 2022).

Os incas deixaram um legado de cultura e tradição, notabilizando-se pelo uso de pedras em suas edificações, construção de estradas nas montanhas, exploração de cultivos em terraços nas áreas declivosas (Figura 6), uso de canais de irrigação e trabalhos com objetos de ouro (ARAÚJO, 2022). Estes povos tiveram papel destacado na domesticação do cacau na América do Sul.

Os incas produziam cacau em grande quantidade, visando à fabricação de uma bebida amarga e apimentada que era consumida pela população em geral. Eles diferiam dos astecas, que só permitiam o consumo da bebida pelos nobres, sacerdotes e guerreiros. Os incas realizavam seus pagamentos por meio de escambos, empregando sementes de cacau ou conchas coloridas como moedas, usadas em troca de mercadorias ou para remunerar o trabalho (FRANCO, 2001).

Figura 5. Os Incas: o legado andino de uma civilização de notável saber. Fonte: Povos da Antiguidade, 2021.

Figura 6. Os Incas e sua contribuição na agricultura. Fonte: Aumentaty - Agricultura Inca. 2021.

1.1. O cacau como moeda

O cacau era usado como moeda pelos maias e astecas porque tinha atributos dos materiais de valor monetário, tais como: homogeneidade, divisibilidade, conservabilidade, relativa escassez e elevado valor intrínseco (Figuras 7 e 8). A sua produção e distribuição era feita sobre controle estatal em regiões circunscritas da Mesoamérica. Ao contrário do ouro, jade, plumas de quetzal e peles de jaguar, mercadorias de alto valor na época, o cacau era muito usado para pagamentos menores; o seu valor não era computado pelo peso, mas pelas unidades de amêndoas (PORRO, 1997).

No México central, logo após a conquista espanhola, pagava-se um ovo de peru com três amêndoas de cacau; dez a trinta amêndoas valiam um coelho; 100 amêndoas pagavam uma pequena canoa ou uma manta de algodão; e com 3000 a 4000 amêndoas, comprava-se um escravo. Nesta região, durante o período colonial e pelo menos até meado do século XIX, o cacau foi empregado como moeda, sendo o comércio controlado por empresários brancos (PORRO, 1997).

Figura 7. Maias: uso da moeda cacau nos negócios. Fonte: Conhecimento Científico, 2021.

Figura 8. Astecas: emprego do cacau como moeda. Fonte: Diniz, 2012.

1.2. Como o cacau era transportado

Para a conservação e transporte marítimo do cacau, adotava-se uma forma de preparo conhecida pelos guerreiros astecas durante suas longas marchas: eles prensavam o pó em forma de tabletes e os dissolviam em água na hora do consumo. Os espanhóis, diferentes dos povos da Mesoamérica, dissolviam os tabletes em água quente e adoçavam a mistura; desse modo, a bebida-cacau foi introduzida e distribuída pela Europa (PORRO, 1997).

2. OS EUROPEUS CONHECEM O CACAU-BEBIDA

O primeiro europeu a ter contato com a bebida do cacau foi Cristóvão Colombo, na sua quarta viagem à América, em 1502. Ao passar pelo golfo de Honduras, ele abordou grandes canoas carregadas de panos de algodão, armas, utensílios de cobre e amêndoas de cacau. Na oportunidade, um chefe asteca subiu a bordo de sua embarcação e lhe concedeu oferendas, entre as quais se incluíam sementes de cacau e a bebida *tchocoatl* (PORRO, 1997). Ao provar, Colombo a considerou muito amarga, gordurosa e picante, não despertando interesse. Mesmo assim, enviou algumas sementes de cacau para a Espanha e as presenteou ao Rei Ferdinando e a Rainha Isabela, que não as valorizaram (LIMA, 2008).

Em 1519, o explorador espanhol, Hernán Cortés, desembarcou no México com o propósito de conquistá-lo. Antes de partir para o combate foi surpreendido pelo Imperador Montezuma e seus súditos, que o receberam com honrarias, pois o povo asteca acreditava que se tratava da reencarnação do Deus *Quetzalcoatl*, prometida para aquele ano (Figura 9). Os astecas acolheram Cortés com um banquete regado a bebida *tchocoatl*, a qual foi servida em taças de ouro. Cortés também a considerou amarga e apimentada. Montezuma era chocólatra contumaz, tomava dezenas de garrafas de *tchocoatl* por dia e bebia sempre uma dose antes de entrar no seu harém. O chocolate dos nobres e guerreiros astecas era preparado com baunilha e mel (HERMÉ, 2006).

Lima (2008), analisando esse evento histórico, contradiz a versão sobre a recepção amigável dada a Cortés, reportando que ele não foi recebido de imediato e que a reação de Montezuma se deveu a apreensão do imperador com a presença de 600 soldados equipados com cavalos e armas de fogo. Na descrição da historiadora

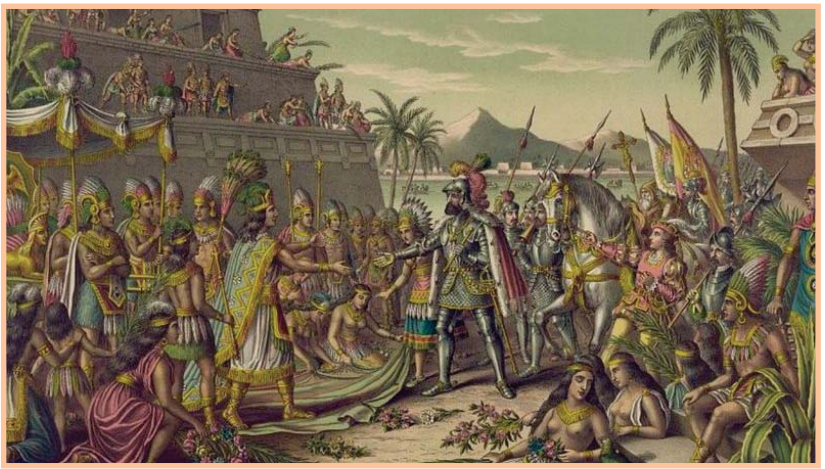


Figura 9. O encontro de Cortés com Montezuma em Tenochtitlán.
Fonte: Urbinattti, 2021.

Marianne Mahn-Lot, citada por Silva (2022c), os contatos iniciais entre os espanhóis e os astecas foram pacíficos e com troca de presentes. Cortés deixava claro que sua intenção era visitar Tenochtitlán, a capital asteca, mas Montezuma recusava-se a receber os espanhóis.

2.1. A conquista do Império Asteca e a exploração do cacau pelos espanhóis

A intenção de Cortés era a conquista do Império Asteca. Com esse propósito, ele colocou em prática o plano de seguir para Tenochtitlán através da diplomacia. Incialmente, ele fez um acordo com o povo *totonaque*, que estava submetido aos astecas e era obrigado a pagar altíssimos impostos para o Imperador Montezuma, para não ter a sua população dizimada. Cortés convenceu os *totonaques* a lutarem contra os astecas, para se livrarem dos impostos cobrados. Após a aliança, partiu com cerca de 450 espanhóis e milhares de guerreiros *totonaques*. Durante o trajeto, os *tlaxcaltecas* surgiram como obstáculo, havendo uma batalha com os seus guerreiros, que resultou na vitória dos espanhóis. Depois da derrota, os *tlaxcaltecas* foram convencidos a se aliarem aos espanhóis (SILVA, 2022c).

Cortés partiu em marcha para *Tenochtitlán*; na passagem por Choula, uma localidade próxima, houve grande desentendimento entre os soldados espanhóis e os guerreiros locais, o que provocou um massacre de astecas em um templo religioso. Depois deste evento, Montezuma autorizou a entrada dos espanhóis em *Tenochtitlán,* cidade que já possuía uma população superior a 200 mil pessoas e que deixou os espanhóis encantados pela grandiosidade das suas construções.

Os contatos iniciais em *Tenochtitlán* foram pacíficos, mas Cortés precisou retornar rapidamente a Veracruz, deixando Montezuma como refém. Quando voltou à capital asteca, Cortés encontrou a cidade em estado de rebelião, o que resultou na morte de metade dos soldados espanhóis. Isso levou Cortés a bater em retirada para Veracruz, levando suas tropas. Neste episódio, o Imperador Montezuma foi morto com uma pedrada no crânio.

Na cidade de Veracruz, Cortés retomou os preparativos, reagrupando as forças para conquistar *Tenochtitlán*. Finalmente, ele fez um cerco à cidade com homens armados e inúmeros barcos construídos pelos espanhóis, aproveitando o fato de a cidade está localizada em uma ilha, no meio do lago Texcoco. A capital asteca estava enfraquecida por causa de um surto de varíola; diante disso e depois de combates violentos, houve a conquista do Império Asteca (SILVA, 2022c).

Depois do domínio do Império Asteca, Cortés se dedicou a geração de divisas para o seu país; apesar de não ter gostado da bebida-cacau, ele logo percebeu que suas sementes valiam ouro, pois os grãos de cacau eram uma espécie de moeda

local, enquanto o ouro era um metal pouco valorizado pelos astecas. Assim sendo, estabeleceu plantios de cacau nas colônias que conquistou, passando a trocar sementes de cacau por ouro, que enviava para o rei Carlos V, de Espanha. O interesse de Cortés e seus soldados pelo *tchocoatl* foi aumentando, ao sentirem na prática o estímulo afrodisíaco causado pela bebida-cacau (FRANCO, 2001).

Ao retornar a Espanha, em 1528, Cortés levou vários baús cheios de sementes de cacau e as presenteou ao rei Carlos V, acompanhados de uma carta, ressaltando as qualidades do cacau como alimento energético, estimulante e as vantagens comerciais que poderia trazer (ALVES, 2022).

2.2. A bebida chocolate passa a ser consumida pela corte espanhola

Na Espanha, o chocolate se espalhou entre a família real e os nobres da corte. Para melhorar o sabor, os espanhóis diminuíram o excesso de tempero na mistura com o chocolate líquido e passaram a adicionar mel, enquanto o Rei Carlos V gostava de tomar chocolate com açúcar. Esta nova bebida foi apreciada como uma iguaria de requinte, sendo muito prestigiada na corte espanhola (FRANCO, 2001).

Para garantir a exclusividade da receita, os espanhóis confiaram o seu segredo aos monges, que passaram a fazer experiências nas cozinhas dos mosteiros (Figura 10). Os monges aperfeiçoaram o sistema de torrefação e moenda do cacau, visando à fabricação em barras e tabletes, para serem dissolvidos em água quente, como era apreciado nos salões aristocráticos (Figura 11) (RAMOS, 2010). Por quase um século, a Espanha foi o único país europeu a produzir chocolate, bebida que se tornou um alimento de luxo. Enquanto os nobres o degustavam nos salões, os religiosos foram autorizados a consumi-lo, sem que isso representasse quebra de jejum (EBC, 2015).

Figura 10. Produção de chocolate na cozinha do mosteiro.
Fonte: Ramos, 2021.

Figura 11. Consumo de chocolate quente nos salões da aristocracia. Fonte: Festival Internacional de Chocolate de Óbidos, 2021.

2.3. O cacau passa a ser fomentado nas colônias europeias

Com o aumento no consumo do chocolate no século XVII, o cacau tornou-se um produto de excepcional valor, levando a corte espanhola a estabelecer plantações nas ilhas tropicais conquistadas, a exemplo de Trinidad e Haiti, na América Central, ilha de Fernando Pó (atualmente Bioko), Guiné Equatorial e na África Ocidental (EBC, 2015).

Em meado do século XVII, a produção de cacau da Nova España, principal região produtora do mundo, passou a declinar, causando desastre demográfico e estagnação econômica. Na oportunidade, os espanhóis direcionaram os plantios para as planícies litorâneas das Antilhas, Guayaquil no Equador e na Venezuela. (DIAS, del CASTILLO, 1970). Nesse período, os portugueses estimularam a exploração de cacau na Amazônia, especialmente no Estado do Pará (Cahiers Brésiliens, s.d.; DANIEL, 1975). No século XIX, eles levaram o cacau para a Guiné de onde foi difundido para outras colônias europeias da África Ocidental e, mais tarde, para o sudeste asiático e Oceania, (ABICAB, 2022a).

3. O CHOCOLATE PASSA A SER CONSUMIDO EM TODA A EUROPA

Por quase um século, o preparo do chocolate permaneceu como um segredo espanhol. Nesta fase, apenas a aristocracia local tinha acesso ao caro produto, até que foi finalmente introduzido na Itália, em 1606, e, em seguida, na França. Logo, a bebida se tornaria popular e as "casas de chocolate" se espalhariam por toda a Europa (COADY, 1998).

Em 1615, no enlace matrimonial entre o Rei Luís XIII da França e a infanta espanhola Anna da Áustria, apreciadora do chocolate, foi introduzido o hábito de consumo na corte francesa, sendo a bebida bem aceita pelo rei e os cortesãos, que desejavam ganhar a simpatia da rainha. Por décadas, este costume ficou restrito à corte francesa (ELKON, 2004).

Em 1660, o Rei francês Luís XIV, conhecido como Rei Sol, casou-se com a princesa Maria Teresa da Áustria, uma habitual consumidora do chocolate. Na mudança da futura rainha para a corte francesa, ela levou uma criada especializada na preparação da bebida-chocolate. O Palácio de Versailles era frequentado por mais de 3000 cortesãos, que logo passaram a apreciar o chocolate. Isso contribuiu para que o mesmo fosse difundido na nobreza europeia, sendo, posteriormente, popularizado em toda a Europa (HERMÉ, 2006).

No século XVII, o conhecimento sobre o fabrico do chocolate começou a vazar, pois os monges permitiam que visitantes de outros países provassem a bebida, facilitando-lhes informações, enquanto marinheiros piratas capturavam barcos espanhóis carregados com sementes de cacau.

Por volta de 1700, o chocolate chegou à Grã-Bretanha. Neste mesmo período, em Londres, as "casas de chocolate" começaram a competir com as "casas de café", tornando-se o centro da vida social. Este exemplo foi seguido na Bélgica, Suíça, Alemanha, Itália, Holanda e Áustria, sempre associado aos prazeres e não ao vício.

Em 1772, só em Madri havia 150 moedores de cacau reunidos em corporação. Até então, o cacau era moído manualmente, à maneira dos astecas, mas no mesmo ano, surgiu o primeiro moinho hidráulico na colônia americana de Massachusetts, que processava o cacau em forma de tortas (PORRO, 1977).

3.1. O aumento do consumo de chocolate estimula a expansão do cultivo do cacau para outras regiões

À medida que o consumo de chocolate se espalhava pela Europa, muitos países começaram a ter suas próprias plantações de cacau nas colônias, ao longo do Equador. Os belgas levaram o cacau para o Congo; os holandeses plantaram no Ceilão, Java, Sumatra e Timor; os ingleses nas Índias Orientais; os alemães em Camarões e os franceses na Martinica e Madagascar. Os portugueses, que já tinham o cacau no Brasil, em plantações nativas da Amazônia, em 1824 levaram o cacau Forasteiro para São Tomé e Príncipe, duas ilhas situadas na costa oeste da África, depois introduziram na Guiné Equatorial (RAMOS, 2010; MINDEL, 2022).

Em 1900, o cultivo do cacau chegou a Gana, Nigéria e Costa do Marfim, expandindo-se depois para as outras colônias (ABICAB, 2022a); anos depois, a África conquistou a hegemonia na produção mundial de cacau.

Atualmente, a grande maioria do cultivo do cacaueiro no mundo está localizada entre as latitudes 20º N e 20º S da linha do Equador, em áreas com ambientes adequados que formam o cinturão da cultura.

3.2. A fabricação e o consumo do chocolate avançam na Europa

A primeira "fábrica" de chocolate inglesa surgiu em 1657. Pouco a pouco, a produção artesanal deu lugar à produção em massa e devido a isso, por volta de 1730, o preço do chocolate ficou mais acessível. A Revolução Industrial, ocorrida na Inglaterra em 1760, contribuiu para o aumento da produtividade, alteração nas relações de trabalho e no padrão de consumo da sociedade. Na esteira desse progresso, o chocolate passou de uma bebida consumida pelas classes prestigiadas para uma bebida mais popular, ampliando o seu consumo (HERMÉ, 2006).

Durante uma parte do século XIX, o chocolate era consumido exclusivamente na forma líquida. Em 1828, o inventor holandês Coenraad J. van Houten criou uma prensa de parafuso para separar o liquor da manteiga de cacau. A prensa extraía grande parte da gordura (manteiga de cacau) presente nas sementes de cacau torrado e moído, aumentando a sua miscibilidade no processamento em

água quente, em mistura com sais alcalinos (carbonato de sódio ou carbonato de potássio), melhorando o sabor e a digeribilidade; o produto final tinha uma cor escura e um gosto suave. O liquor foi usado na fabricação do chocolate em pó de qualidade, enquanto a manteiga foi utilizada pelo britânico Joseph Stors Fry para fabricar o chocolate comestível em tabletes (PORRO, 1997; UFRGS, 2011).

Em 1847, a indústria J. S. Fry & Sons, de Bristol, adicionou açúcar ao pó de cacau refinado, juntamente com quantidades controladas de manteiga, e obteve uma pasta que podia ser moldada em tabletes. Essa experiência foi aprimorada em 1861, quando o chocolate foi apresentado na forma sólida e vendido em caixas com formato de coração (UFRGS, 2011).

Em 1876, em Vevei, na Suíça, o chocolatier Daniel Peter desenvolveu a técnica de adição de leite ao chocolate, aproveitando a criação do leite em pó por Henri Nestlé, em 1867. Daniel Peter e Nestlé passaram a fabricar o chocolate ao leite, aumentando o apreço pelo produto, criando uma inovação com menor custo e boa conservabilidade, o que ampliou mais ainda a popularidade do chocolate, possibilitando o seu consumo em larga escala (ELKON, 2004).

Em 1879, o suíço Rodolphe Lindt aprimorou a fabricação do chocolate, até então produzido em forma de barras quebradiças. Ele incluiu o processo de *conchagem*, que possibilitou a fabricação de barras mais consistentes que derretem na boca (UFRGS, 2011). O cacau passou a ser usado na fabricação de chocolate em barras por parte de empresas que cresceram, consolidaram-se e fortaleceram suas marcas. Em 1929, os suíços Cailler, Kohler e Peter se uniram a Henri Nestlé, formando uma nova sociedade para produzir chocolate ao leite suíço, que se tornou famoso pelo mundo afora.

O chocolate passou a ser consumido por alemães, italianos, belgas e, principalmente, suíços. Novas misturas foram testadas até chegar a produção do chocolate no estado sólido, muito apreciado até os dias de hoje (ELKON, 2004). O poder energético e antidepressivo do chocolate foi explorado pelo exército americano, assim como faziam os astecas. Na guerra civil espanhola, os soldados comiam pastilhas de chocolate (ABICAB, 2022a). Estes requisitos contribuíram para que o chocolate passasse a ser apreciado em todo o mundo.

4. A CACAUICULTURA SE EXPANDE NO MUNDO

4.1. Oferta mundial de cacau

Atualmente o cacau é plantado na África, América Latina, Ásia e Oceania, onde estão distribuídos 10,92 milhões de hectares (FIESP, 2022) com uma produção prevista de 4,84 milhões de toneladas em amêndoas secas na safra 2024/2025 (OICC/ 2025), beneficiando 5,5 milhões de produtores (ICCO, 2022, segundo AIPC, 2022). A exploração do cacau é realizada prevalentemente por pequenos agricultores, que são responsáveis por 90 % da produção mundial obtida em áreas de 1 a 10 hectares (AIPC, 2022).

A oferta mundial de cacau está concentrada na África, continente que tem a previsão de produzir 3,462 milhões de toneladas na safra 2024/25, o que corresponde a 71,5 % do volume global, sendo sua produção concentrada na Costa do Marfim, Gana, Camarões, Nigéria e outros (Tabela 1). Na Ásia, a Indonésia destacava-se como principal país produtor, mas a sua produção reduziu de cerca de 739 mil toneladas para 180 mil toneladas na safra 2023/2024, sendo prevista uma produção de 200 mil na safra 2024/25 (OICC, 2025). A América Latina tem previsão de produzir 1.079 milhões de toneladas safra 2024/25, equivalente 23,3 % da produção mundial, sendo os principais países produtores o Equador, Brasil e Peru.

Tabela 1. Produção de cacau em amêndoas por país no período de 2020/2021 (obtida), 2021/2022 (estimada), 2022/2023 (estimada), 2023/2024 (estimada) e 2024/2025 (prevista).

País	Produção 20/21(ton.)	Produção 21/22(ton.)	Produção 22/23(ton.)	Produção 23/24(ton.)	Produção 24/25(ton.)
África	**4.054.000**	**3.589.000**	**3.727.000**	**3.201.000**	**3.462.000**
Costa do Marfim	2.248.000	2.121.000	2.200.000	1.674.000	1.850.000
Gana	1.047.000	683.000	750.000	530.000	600.000
Camarões	292.000	295.000	290.000	330.000	320.000
Nigéria	290.000	280.000	280.000	350.000	350.000
Outros da África	177.000	210.000	207.000	317.000	342.000
América	**933.000**	**963.000**	**988.000**	**1.013.000**	**1.079.000**
Equador	365.000	365.000	400.000	430.000	480.000
Brasil	200.000	220.000	210.000	200.000	210.000
Outros da América	368.000	378.000	378.000	383.000	389.000
Ásia Oceania	**254.000**	**266.000**	**265.000**	**275.000**	**300.000**
Indonésia	170.000	180.000	180.000	180.000	200.000
Papua Nova Guiné	42.000	42.000	42.000	90.000	90.000
Outros da Ásia e Oceania	42.000	44.000	43.000	5.000	10.000
Total Mundial	**5.241.000**	**4.818.000**	**4.980.000**	**4.489.000**	**4.840.000**

Fonte: ICCO Quartely Bulletin of Cocoa Statistics, Vol. XLXI, N 2, Cocoa year 2024/2025. Published 31.05.25.

4.1.1. Produtividade de cacau nos principais países produtores

De acordo com Aremu-Dele, et al. (2022), as melhores produtividades médias de cacau do mundo são obtidas no Peru (938 kg ha ano^{-1}) e Equador (622 kg ha ano^{-1}), países que implantaram programas arrojados de fomento da produção, dando ênfase à geração e transferência de tecnologia, renovando suas plantações com clones produtivos e resistentes às principais enfermidades, especialmente a vassoura de bruxa e a monilíase (Tabela 2), sendo os produtores com maior possibilidade de aumento da produção em prazo mais curto.

Estes países, juntamente com outras regiões produtoras da América Latina e Caribe, possuem algumas plantações de cacau em solos com deposição natural de cádmio e outros metais pesados, devido à formação geológica. Isso é preocupante

Tabela 2. Produtividade de cacau por país no período de 1990 a 2020 em kg de amêndoas secas por hectare/ano.

País	1990	2000	2010	2020	Rancking
Peru	477	607	604	938	1º
Equador	294	161	367	622	2º
Gana	423	291	395	552	3º
Indonésia	896	562	511	467	4º
Costa do Marfim	516	701	571	461	5º
Brasil	385	279	356	458	6º
Rep. Dominicana	357	242	381	449	7º
Camarões	319	330	394	418	8º
Colômbia	465	442	413	337	9º
Nigéria	341	350	314	270	10º

Fonte: FAOSTATE, 2020; Aremu-Dele et al., 2022.

porque a presença de metais pesados em alimentos pode ter efeitos adversos à saúde humana, principalmente das crianças, assunto que é objeto do regulamento europeu de 2019, que fixou níveis máximos de cádmio para produtos de cacau e chocolate. Essas regiões fornecem quase um quinto do cacau para o mercado mundial, sendo mais de 80% de sabor fino e de aroma, e orgânico, cujos materiais genéticos têm maior tendência à absorção destes elementos. Por essa razão, este tema é objeto de pesquisa da Corporação Colombiana de Pesquisa Agropecuária (Agrosavia), do Ministério de Desenvolvimento Agrário e Rega (Midagri) do Peru, do Centro de Pesquisas em Cacau de Trinidad e Tobago, e do governo do Equador, visando desenvolver tecnologias para garantir que esses tipos de cacau não sejam prejudicados no acesso ao mercado (IICA, 2022). Por sua vez, o chocolate amargo (com 50 % ou mais de teor de cacau) produzido em países da América do Sul apresenta altos níveis de chumbo (MERCADO DO CACAU, 2024).

A Indonésia figura como quarto país em produtividade do cacau, mas com apenas 467 kg ha ano^{-1}, sendo isso atribuído à queda progressiva na produção devido, principalmente, a praga denominada *cocoa pod borer* (*Conopomorpha cramerella*) (AREMU-DELE, et al., 2022) e a mudança de estratégia dos países asiáticos em relação a esta *commodity,* especialmente nos períodos de preços baixos.

O Brasil figura no ranking como o sexto país em produtividade do cacau, embora disponha de tecnologia para alcançar altas produtividades e capacidade para a transferência do conhecimento; contudo, precisa melhorar o acesso ao crédito, a assistência técnica e adotar estratégias e políticas mais eficazes, especialmente em alguns estados.

Na África Ocidental, as plantações de cacau apresentam sinais de envelhecimento com idade variando entre 40 e 60 anos, além da presença de plantios com estande bem abaixo do implantado inicialmente. As secas periódicas, causadas pelo fenômeno La Niña, vêm afetando a produção, comprometendo a oferta mundial de cacau

(MIDLEJ, 2024). A Costa do Marfim, além dos problemas citados, vem apresentando redução na produtividade do cacau devido a ocorrência de pragas e doenças nas principais regiões produtoras (AREMU-DELE, et al., 2022), com destaque para a podridão negra, causada pelo fungo *Phytophthora megakarya,* além da substituição de áreas de cacau para produção de óleo de palma e borracha.

A menor produtividade entre os 10 principais países produtores é registrada na Nigéria, onde se observa o envelhecimento dos agricultores, plantações debilitadas, carência de assistência técnica, baixa adoção tecnológica (AREMU-DELE, et al., 2022) e eventuais ocorrências de inundações (HSAN, 2024). Em Camarões, oitavo país em produtividade, além da citada defasagem dos plantios, o manejo é pouco efetivo no controle de pragas e doenças, assim como há insuficiência no uso de insumos (AREMU-DELE, et al., 2022).

Gana se posiciona como segundo produtor mundial e apresenta maior produtividade entre os países africanos; contudo, mostra ligeira redução da área plantada (AREMU-DELE, et al., 2022). Neste país, os problemas climáticos e o *Cacao Swollen Shoot Virus*- CSSV (vírus do broto inchado), transmitido por diferentes espécies de cochonilhas, ataca cultivares suscetíveis como os amelonados, provocando a morte de plantas aos 2 a 3 anos após a infecção, causando perda de até 25 % no primeiro ano e 50 % no segundo (BRUNT, 1975; citado por BATISTA et al., 2004). Mesmo com repetidas campanhas de erradicação de plantas afetadas, Gana já perdeu mais de 254 milhões de pés de cacau (CHEN-CHARPENTIER, 2024).

4.1.2. O suprimento da oferta no mercado global

Os problemas mencionados vêm-se refletindo no déficit global do mercado de cacau, tendo em vista que nos últimos anos a produção mundial reduziu de 5,245 milhões de toneladas de cacau na safra 2020/2021 para 4,489 milhões em 2023/24 (ICCO, 2024/2025), enquanto as moagens se mantiveram entre 4,9 e 5,0 milhões, sendo previsto um déficit estimado em 374 mil toneladas no mercado mundial na safra 2023/2024, o que tem contribuído para a elevação do preço do cacau no mercado internacional que chegou a US$ 12.000,00/ton. (ICCO, 2023/2024).

A situação apresentada mostra que a cadeia mundial de suprimento do cacau apresenta vulnerabilidade, o que abre a possibilidade de redução na concentração da oferta nos países africanos e expansão da produção em outras regiões, a exemplo da América Latina e Ásia.

Nesse novo cenário, o mercado será exigente em produtos saudáveis, obtidos por meio de sistemas de produção sustentáveis, trabalho decente e mercado justo com respeito às questões socioambientais. Contudo, é preciso uma sintonia global na expansão de novas áreas, a fim de que não haja crescimento demasiado da oferta, pressionando o preço do cacau para baixo, a exemplo do que ocorreu no início dos anos 1990, quando o cacau foi comercializado por menos de US$ 1.000,00/tonelada de amêndoas secas.

4.2. Principais países produtores de cacau e consumidores de chocolate

Os principais países produtores de cacau no mercado e os principais consumidores de chocolate são apresentados na Figura 12, sendo que entre os consumidores, destacam-se a Europa, Estados Unidos, Federação Russa, Japão, Brasil, Singapura, Canadá e China.

Figura 12. Principais países produtores de cacau e mercados consumidores de chocolate. Fonte: Almir M. dos Santos, 2022.

5. A CACAUICULTURA NO BRASIL

5.1. A exploração do cacau na Amazônia

Com o crescente interesse pela oferta de cacau na Europa no século XVII, a coroa portuguesa incentivou a produção de cacau no Brasil, iniciando na região amazônica, em 1637, quando Pedro Teixeira, atendendo ordem do Governador Raimundo Noronha, da Capitania do Grão-Pará, utilizou 45 barcos para o transporte de centenas de homens que partiram em expedição para a colheita de cacau às margens do Rio Madeira, nas plantações nativas. Contudo, foi a região do Baixo Amazonas, situada no atual estado do Pará, que se tornou o primeiro centro produtor de cacau (CAHIERS BRÉSILIENS, s.d.).

No século XVIII, o cacau já era o principal produto de exportação da Amazônia, sendo que na administração dos Jesuítas, embarcava-se para Portugal cerca de 1.200 toneladas de amêndoas secas do produto por ano. A produção diminuiu em curto período; mesmo assim, nos anos 1756 e 1757, as exportações de cacau foram responsáveis por 61% do valor dos embarques da Companhia de Comércio Grão-Pará e Maranhão, em Belém (DIAS, 1970). Ainda assim, a região do Baixo Amazonas chegou a produzir 6551 toneladas em 1891, volume que depois diminuiu para 2000 toneladas (CAHIERS BRÉSILIENS, s.d.).

5.2. A chegada do cacau à Bahia

Na Bahia, a referência mais antiga sobre a intenção de cultivar o cacau data de 1655, quando o Vice-Rei do Brasil, D. Vasco de Mascarenhas, enviou uma carta a Paulo Martins Carro, Capitão-mor do estado do Grão-Pará, solicitando que enviasse garfos e sementes de cacau para serem plantados naquele estado (BONDAR, 1938). D. Vasco era um apreciador do chocolate e via na exploração do cacau um excelente negócio para a coroa e, portanto, recomendava o seu plantio na Bahia, por possuir características climáticas similares às da Amazônia (RIBEIRO, 2017). Não se tem comprovação de que este pedido foi atendido, mas a análise dos eventos posteriores indica que tal solicitação foi em vão.

Em 1746, o agricultor Antônio Dias Ribeiro recebeu algumas sementes de cacau trazidas do Pará pelo colonizador francês Louis Frederick Warneaux, as quais foram plantadas na fazenda Cubículo, à margem direita do rio Pardo, no atual município de Canavieiras (BONDAR, 1938). Em 1752 foram feitos plantios no Município de Ilhéus (RIBEIRO, 2017).

Segundo Ribeiro (2017), a grande demanda por cacau na Europa e EUA, devido ao aumento da industrialização e consumo de chocolate, levou as autoridades portuguesas a incentivarem o cultivo do cacau na comarca de Ilhéus e sua região de influência, especialmente, a partir da década de 1770. A ideia era criar uma economia com a pujança similar à do recôncavo, pois, com o plantio de novas lavouras para exportação, seria possível diminuir a dependência do comércio do açúcar.

O avanço dos plantios de cacau na fase inicial foi muito lento, mas, na segunda década do século XIX, houve fomento das plantações com ajuda de financiamento de empreendedores suíços e alemães, utilizando a força de trabalho dos nativos, mão de obra escrava e pessoas oriundas das regiões semiáridas (RIBEIRO, 2017), especialmente do atual Estado de Sergipe, cujos imigrantes dedicaram-se principalmente ao plantio de cacau em propriedades menores.

Na distribuição dos novos plantios, Guerreiro de Freitas, citado por Ribeiro (2017), menciona que havia uma distinção entre a localização das sesmarias e das pequenas propriedades. Os sesmeiros eram formados essencialmente por brancos europeus e brasileiros que se dedicavam comercialmente a mais de uma cultura e cujas propriedades estavam situadas em áreas próximas ao litoral. Os lavradores comuns eram formados por diversos grupos das classes populares, que possuíam uma pequena posse aberta nas matas do interior e tinham no cacau o seu único produto comercial.

A partir de 1860, devido à grande demanda por cacau, os plantios foram se expandindo na região de influência de Ilhéus. Toda a produção era exportada, uma vez que não havia capacidade instalada para industrialização no país, o que só veio acontecer na virada para o século XX.

Em 1912, o cacau já era o primeiro produto de exportação da Bahia, ultrapassando o açúcar e o fumo (CAHIERS BRÉSILIENS, s.d.). Até meados de 1920, o Brasil ocupou o título de maior produtor mundial de cacau. Neste período havia uma tensão muito grande no campo. Os frutos de ouro geravam riqueza, levando à cobiça por terra e poder, em clima de muita violência entre os fazendeiros (RIBEIRO, 2017).

Em 1929, ocorreu o *crash* da bolsa de valores de Nova York, desencadeando uma avassaladora crise econômica nos Estados Unidos, um dos principais compradores de cacau do Brasil. Esse fato trouxe graves consequências para a economia da Bahia. Na oportunidade, o preço do cacau teve uma redução de 57 %, levando produtores a jogarem o produto no rio, clamando por uma ação do governo (CAHIERS BRÉSILIENS, s.d.).

Nessa fase, o governo baiano criou o Instituto de Cacau da Bahia – ICB, através do Decreto de nº 7.430, de 8 de junho de 1931, com a finalidade de amenizar as dificuldades na comercialização de cacau, restabelecer a dinâmica entre a produção e o comércio, e posteriormente adotar uma política econômica capaz de promover o desenvolvimento da cacauicultura baiana. O ICB também tinha o propósito de melhorar as condições de transporte, armazenagem e conservação do cacau, realizar experimentação agrícola e dar assistência técnica aos produtores (BONDAR, 1938; VIRGENS FILHO et al., 1983).

Nos dez primeiros anos, o ICB expandiu a área cultivada e incrementou a produção de cacau em mais de 100%; o instituto contribuiu para resolver o problema de transporte, comercialização e financiamento da produção, e cumpriu o essencial para viabilizar a geração de divisas da lavoura cacaueira (VIRGENS FILHO et al., 1983).

Na fase seguinte, houve declínio dos preços do cacau no mercado internacional, principalmente durante a Segunda Guerra Mundial e, em paralelo, intensificou-se o ataque de pragas e doenças nas plantações, assim como ocorreram eventuais períodos de seca, afetando a produção (CEPLAC, 2009). Mesmo diante deste cenário, o cacau gerou divisas relevantes para o Brasil. No período de 1953 a 1960, por exemplo, as exportações de cacau da Bahia proporcionaram receitas anuais da ordem de 104 milhões de dólares, que correspondiam à segunda maior geração de divisas (BAIARDI, 1998), assinalando a importância deste produto para o comércio exterior.

Em 1956, os baixos preços do cacau no mercado contribuíram para um elevado grau de endividamento dos produtores, cujas lavouras se encontravam envelhecidas, exploradas em bases quase extrativas e vulneráveis à ação danosa de pragas e doenças. Este quadro de dificuldades tinha reflexos negativos na vida econômica e social de toda a região sul da Bahia, levando as lideranças locais solicitarem a intervenção do Governo Federal (CEPLAC, 1987; VIEIRA, 2015). Um fato histórico é que a economia baiana, por muitas décadas, teve grande dependência das receitas geradas pela região do cacau.

5.3. A contribuição da Ceplac para o desenvolvimento da cacauicultura

Em 20 de fevereiro de 1957, o Governo Federal criou a Comissão Executiva do Plano de Recuperação Econômico-Rural da Lavoura Cacaueira – CEPLAC, por meio do Decreto nº 40.987. A CEPLAC deu ênfase ao equacionamento da dívida dos produtores e implementou o modelo de integração pesquisa, extensão rural e educação, promovendo o desenvolvimento da cacauicultura (CEPLAC, 1987; VIEIRA, 2015).

Com o apoio da CEPLAC, a produção de cacau do Brasil cresceu de 106 mil toneladas para 448,6 mil toneladas/ano entre as safras 1963/1964 e 1986/1987; a produtividade média no campo passou de 300 kg para 700 kg de amêndoas de cacau/ha/ano; os plantios de cacau foram intensificados nos Estados da Bahia, Espírito Santo, Pará, Rondônia, Amazonas, Mato Grosso e Acre; nesse período fez-se a melhoria da infraestrutura básica, especialmente das condições de acesso, eletrificação rural, modernização portuária, além dos benefícios nas áreas de saúde, educação e comunicação (VIRGENS FILHO et al.,1993).

O Brasil alcançou a posição de segundo maior país exportador de cacau e a Bahia líder da produção nacional. O agronegócio cacau obteve avanços que culminaram na consolidação de um complexo agroindustrial exportador, reconhecido como o mais moderno entre os países produtores. Nessa fase, implantou-se no sul do Estado da Bahia, o maior parque processador de amêndoas de cacau, superando inclusive a capacidade de moagem dos Estados Unidos, Holanda, Alemanha e Rússia (MENEZES; CARMO NETO, 1993).

A contribuição histórica dos produtores de cacau na cota de contribuição cambial (1961/1983) e, mais tarde, imposto de exportação (1983/1989), chegou a US $ 1,5 bilhão. Estes recursos permitiram que a CEPLAC contribuísse de maneira decisiva para o aumento da produção e da renda, promovendo o desenvolvimento das regiões produtoras de cacau (CEPLAC, 2009).

No campo da educação, a CEPLAC realizou a formação profissional de 8.132 técnicos de nível médio, qualificou 104.122 trabalhadores rurais para atuarem no campo e formou recursos humanos em todas as áreas da ciência, visando ao desenvolvimento regional (PRADO; SANTOS, 2014). A extensão rural treinou cerca de 200 mil trabalhadores e 25 mil administradores nas propriedades rurais. Também merece destaque, o apoio fundamental da CEPLAC para a criação da Federação das Escolas Superiores de Ilhéus e Itabuna (FESPI), mais tarde transformada na Universidade Estadual de Santa Cruz (UESC).

5.4. A crise da lavoura do cacau na Bahia

No período 1987 a 2003, a economia cacaueira baiana passou por um processo de estagnação, em razão de irregularidades climáticas, excedentes de produção no

mundo, estoques elevados, resultando em longo período de preços baixos, altas inflacionárias onerando os custos de produção, excessiva tributação, defasagem cambial e retirada do crédito ao produtor rural (CEPLAC, 2009).

Em 23 de maio de 1989, especificamente na região do Catolé, município de Uruçuca, Estado da Bahia, foi detectado o primeiro foco do fungo *Moniliophthora perniciosa,* causador da doença vassoura de bruxa. Esse poderoso agente fitopatogênico, ao ser introduzido na região, encontrou condições bioclimáticas favoráveis à sua disseminação e logo mostrou seu alto potencial ofensivo, causando danos relevantes nas plantações. Em pouco tempo, a doença se espalhou em 600 mil hectares de cacaueiros com estreita base genética para resistência à enfermidade. Este fato aconteceu num momento de depressão da cacauicultura (CEPLAC, 2009).

Devido a estes fatores, ocorreu drástica redução na produção de cacau na Bahia, que passou de 397 mil toneladas/ano na década de 1980 para menos de 96 mil toneladas na safra 1999/2000; os produtores rurais passaram a conviver com dificuldades, devido à redução da produção com aumento dos custos operacionais, levando-os a demandar crédito rural sob condições desfavoráveis, tornando-se endividados; este problema comprometeu o negócio de milhares de cacauicultores, tornando necessária uma solução mais condizente com suas dificuldades. Nesse período, a região perdeu 250 mil empregos no campo, causando a emigração de milhares de trabalhadores rurais para os grandes centros urbanos da região, agravando os problemas sociais (CEPLAC, 2009).

5.5. Situação atual da cacauicultura no Brasil

De acordo com os dados do IBGE (2025), a área plantada com cacau no Brasil corresponde a 633.427 hectares (ha), sendo que as plantações mais antigas se concentram nos estados da Bahia, Espírito Santo e Rondônia, enquanto as áreas mais novas estão localizadas no estado do Pará, onde há inciativas mais eficazes para o fomento recente da cacauicultora e nas novas fronteiras, como no oeste baiano, São Paulo, Minas Gerais, Tocantins, Ceará e Sergipe.

A área plantada com cacau na Bahia diminuiu de 533.000 ha em 2011 para 445.050 ha em 2024, sendo isso devido, principalmente, ao período seco causado pelo fenômeno El Niño nos anos 2015 e 2016, que provocou a morte de 53 milhões de cacaueiros (CEPLAC, 2017), além do abandono de áreas menos apropriadas ao cultivo, cuja produtividade não era competitiva na comparação com outras alternativas de exploração.

No Estado do Pará, a existência de uma política integrada de desenvolvimento da cacauicultura, possibilitou o incremento de 92,9 % na área plantada, que evoluiu de 85.000 ha em 2011 para 164.018 ha em 2024.

A área colhida com cacau no Brasil em 2024 foi de 632.466 ha, sendo 70,4 % na Bahia, 25,7 % no Pará e o resto nos demais estados (Tabela 3) (IBGE, 2025). O Pará lidera a produção nacional com 153.988 toneladas de amêndoas secas de cacau, seguido da Bahia que produziu 111.288 ton., Espírito Santo com 12.164 ton. e Rondônia com 8.677 ton. Na comercialização do cacau participam 30 cooperativas e cerca de 150 intermediários, além da compra direta realizada pelas empresas moageiras (AIPC, 2023).

Em 2024, a cacauicultura rondoniense apresentou o maior rendimento em peso de amêndoas secas com 1.251 kg/ha/ano, seguido do Pará com 946 kg/ha/ano, Espírito Santo com 771 kg/ha/ano, Mato Grosso com 677 kg/ha/ano, e Amazonas com 593 kg/ha. A menor produtividade foi obtida no estado da Bahia, que embora possua novos plantios com produtividade de 2.500 kg/ha/ano, apresentou uma média de 250 kg/ha/ano, devido às velhas plantações com baixa número de plantas/hectare, pouco emprego de insumos e sombreamento excessivo, principalmente no sistema cabruca, cujas áreas necessitam de renovação e melhoria do estande. Este estado também demanda políticas integradas com métricas bem definidas de desenvolvimento da cacauicultura. A produtividade da Bahia contribuiu para a redução da média nacional, que ficou em 455 kg de amêndoas secas/ha em 2024, conforme a fonte apresentada.

Os produtores brasileiros sentem dificuldade de acesso ao crédito rural, especialmente para projetos de investimento, e registram uma redução crescente na disponibilidade de mão de obra, devido ao êxodo rural. Outros fatores restritivos são as limitações em assistência técnica e a precariedade de uma parte dos acessos rurais.

O Brasil possui cerca de 93 mil estabelecimentos produtores de cacau, sendo que 69 mil estão localizados na Bahia (74%), 18 mil no Estado do Pará (19%), 2,8 mil no Espírito Santo, 2,34 mil em Rondônia e pouco mais de 800 nos demais estados

Tabela 3. Brasil: área plantada, área colhida, produção e produtividade do cacau por Estado em 2024.

Estado	Área Plantada (ha)	Área Colhida (ha)	(%)	Produção (Ton.)	(%)	Produtividade (Kg/ha)	Ranking
Pará	164.018	162.803	25,7	153.988	53,5	946	2º
Bahia	445.050	445.050	70,4	111.288	38,7	250	6º
E. Santo	15.784	15.784	2,5	12.164	4,2	771	3º
Rondônia	6.951	6.935	1,1	8.677	3,0	1251	1º
Amazonas	1.254	1.252	0,2	743	0,2	593	5º
M. Grosso	229	229	0,04	155	0,1	677	4º
Outros	141	413	0,07	769	0,3	1862	-
Brasil	633.427	632.466	100,0	287.784	100,0	455	-

Fonte: Levantamento Sistemático da Produção Agrícola (IBGE, junho/2025)

(IBGE, 2023). O setor primário da cadeia produtiva do cacau gera 260 mil empregos diretos; somam-se a estes, os empregos temporários gerados na fase de plantio e colheita. Cada estabelecimento produtor de cacau é ocupado em média por 2,89 pessoas (IBGE, 2017, citado por FIESP, 2022). O Brasil possui forte aptidão dentro e fora da porteira para o desenvolvimento da cacauicultura, e agrega externalidades positivas que não são observadas em outros países produtores (FIESP, 2022).

5.6. Alternativas tecnológicas para os novos tempos da cacauicultura

Na fase atual, mesmo com as adversidades mencionadas, a cacauicultura nacional avança no campo tecnológico e em busca de oportunidades, conforme exemplos a seguir:

i) emprego de modernas técnicas de produção com uso de material genético superior e práticas de manejo com ênfase na alta produtividade;

ii) plantio do cacaueiro com arranjos de sistemas agroflorestais que associam o cacau com espécies de interesse econômico e que proporcionam conforto térmico;

iii) ampliação de experiências nas regiões semiáridas com o plantio de cacaueiros a pleno sol com fertirrigação e uso de espécies de valor econômico como quebra-vento;

iv) exploração de vantagens comparativas no Estado do Pará, permitindo o alcance de boas produções com menores gastos no controle de doenças; exploração de solos com fertilidade natural, facilitando o manejo do cacaueiro;

v) novas fronteiras do cacau em estados tradicionais, a exemplo do Mato Grosso, aproveitando experiências inovadoras de plantio e manejo;

vi) fomento de plantios nas regiões não tradicionais com o emprego de inovações tecnológicas;

vii) produção de cacau e chocolate no modelo *bean to bar*[1] e *tree to bar*[1], permitindo ao agricultor maior participação na cadeia de valor;

viii) ênfase na qualidade e sustentabilidade visando à exploração de nichos de mercado, especialmente do cacau fino e chocolates com alto teor de cacau, agregando valor pela identificação geográfica e certificações socioambientais.

Estas iniciativas estão voltadas para o aumento da produção com inovações tecnológicas e, em alguns casos, com o apoio de políticas públicas integradas, a exemplo do Estado do Pará. Nas regiões cacaueiras tradicionais da Bahia e Espírito Santo, onde há plantios no sistema cabruca, o desafio é contemplar o atendimento às normas ambientais com o manejo para o aumento da produtividade.

[1] *Bean to Bar* e *Tree to Bar* são novos formatos na produção do chocolate de origem, focando na sustentabilidade da cadeia produtiva do cacau. *Bean to bar:* pequenos chocolateiros adquirem as amêndoas dos produtores para produção do chocolate. *Tree to Bar:* produtores rurais produzem o chocolate das suas próprias amêndoas.

A iminente possibilidade de chegada da doença monilíase (*Moniliophthora roreri*) nas principais regiões produtoras de cacau do país exige grande esforço na defesa sanitária e no desenvolvimento de material genético resistente e produtivo, para emprego em tecnologias de manejo integrado, a fim de assegurar o progresso da cacauicultura.

6. A INDÚSTRIA DE MOAGEM DE CACAU NO BRASIL

Até 1990, havia no Brasil oito empresas moageiras de cacau atuando com uma capacidade de processamento de 285 mil toneladas, sendo que cerca de 65% da produção era beneficiada pela ADM, Cargill, Berkau e Chadler. Ainda em 1990, as indústrias Chadler, Barreto de Araújo, Berkau, Intercacau, Chocolates Vitória e Itaísa, interromperam suas atividades (PIRES; FREIRE, 2008).

No final do século XX, o setor moageiro já se mostrava concentrado, registrando a participação das empresas Cargill, ADM, Barry Callebaut e Delfi na Bahia e Indeca em São Paulo. Nos últimos dez anos, ocorreram aquisições e fusões globais das empresas processadoras; em 2012, a Barry Callebaut adquiriu a Delfi, ficando com duas plantas industriais na Bahia e ampliando o *market share;* em 2014, a OLAM adquiriu o negócio global de processamento da ADM, passando a processar 80 mil toneladas de cacau em sua unidade de Ilhéus com investimentos de R$ 150 milhões, gerando mais 75 empregos. Desde então, a capacidade de moagem nacional ficou assim distribuída: Barry Callebaut - 42%; Cargill - 32%; OLAM - 23%; Indeca – 3%.(SILVA et al., 2015).

Atualmente, quatro indústrias moageiras são responsáveis por 97% do processamento de cacau com quatro fábricas instaladas na Bahia com capacidade de moagem de 275 mil toneladas e uma no Estado de São Paulo, a Indeca. Nestas unidades industriais são obtidos os seguintes produtos: manteiga, líquor, pó e torta de cacau, matérias-primas usadas na produção de chocolates e outros produtos (AIPC, 2023).

Em 2020, as empresas Barry Callebaut, Cargill e Olam, geraram 4 mil empregos diretos e apresentaram um valor bruto da produção de R$ 2,1 bilhões, segundo informações da PIA-Produto/IBGE e estimativa da DEAGRO/FIESP (FIESP, 2022). No mercado global, o setor moageiro do Brasil tem maior participação nas categorias cacau em pó, sem açúcar ou edulcorante (2,3%) e manteiga, gordura e óleo de cacau (2,1%) (AIPC, 2022).

Na safra 2021/2022, o volume de moagem de cacau no Brasil foi de 223 mil toneladas (ICCO, 2023), sendo este montante oriundo de amêndoas recebidas de produtores brasileiros ou importadas (AIPC, 2023). Nesse período, a indústria moageira processou globalmente 4.995 mil toneladas, sendo 1.771 mil toneladas na Europa, 1.154 mil toneladas na Ásia e Oceania, 1.135 mil toneladas na África e 935 mil toneladas nas Américas (ICCO, 2023).

O setor moageiro de cacau do Brasil apresenta vantagens estratégicas por aproximar os produtores de amêndoas das indústrias de processamento, as quais atendem às principais indústrias de chocolates existentes no mundo, instaladas no país, a exemplo da Nestlé, Garoto, Mars, Ferrero, Mondelez e Arcor. Isso permite que o país internalize os empregos e a renda gerada na cadeia produtiva do cacau (FIESP, 2022).

7. A INDÚSTRIA DE CHOCOLATE NO BRASIL

A primeira fábrica de chocolate do Brasil foi fundada em Porto Alegre, em 1891, pelos irmãos Franz Neugebauer e Max Neugebauer, que juntamente com o sócio Fritz Gerhardt, criaram a indústria de Chocolates Neugebauer. Eles importaram da Europa a expertise na fabricação de chocolate e, até os dias de hoje, esta marca se mantém no mercado (NEUGEBAUER, 2022).

A segunda indústria criada no Brasil foi a Lacta, em 1912, por iniciativa do cônsul suíço Achilles Izella (LACTA, 2022). Em seguida foi instalada a Kopenhagen, em 1928 (KOPENHAGEN, 2022); depois surgiu a Garoto em 1929 e, em 1957, a suíça Nestlé (EXAME, 2010). Em 1988, Alexandre Tadeu da Costa fundou a Cacau Show (COSTA, 2022); em 2009 foi criada a Chocolates Brasil Cacau (BRASIL CACAU, 2022); e, em 2017, foi fundada a Chocolates Dengo (PIRIOU, 2022).

Atualmente, o mercado de chocolates no Brasil conta com a participação de empresas como a Mondelez (Kraft Foods, Lacta), Garoto, Nestlé, Hershey's, Mars, Neugebauer, Ferrero Rocher do Brasil, Kopenhagen, Cacau Show, Brasil Cacau, Dengo, Arcor, Barry Callebaut, Cargill, Harald, Duas Rodas, Divine, Dadinho, Lugano, Mavalério, Nucita, Montevergine e Mendoá, sendo as demais representadas por empresas menores. A indústria brasileira de chocolates possui 38 grandes fabricantes (CENTROSUCAR, 2016; ABICAB, 2020).

As principais empresas multinacionais do setor estão instaladas no país gerando cerca de 23,6 mil empregos diretos e 39 mil empregos no total, considerando a ocupação direta e a temporária em período de Páscoa, segundo a ABICAB (2019), citada por ABICAB (2020). De acordo com os dados da Relação Anual de Informações Sociais (RAIS), vinculada ao Ministério da Economia, existem 635 indústrias produtoras de chocolate, sendo 85% de pequeno porte com geração de até 19 empregos e as demais empresas com mais de 500 funcionários. Estas empresas geram anualmente R$ 12,2 bilhões em valor bruto da produção industrial, e apresentaram crescimento de 9% na última década segundo o IBGE/PIA-Produto, citado por ABICAB (2020).

O Brasil exporta chocolates para 145 países, sendo os principais destinos, os seguintes: Argentina (28%), Chile (12%), Paraguai (11%), Uruguai (10%), Bolívia

(8%), Colômbia (5%), Estados Unidos (4%) Equador (3%), Peru (3%), Venezuela (3%) e outros (13%) (ABICAB, 2023).

Em 2022, o Brasil produziu 760 mil toneladas de chocolate, teve um consumo aparente de 740 mil toneladas, exportou 36 mil toneladas e importou 16 mil toneladas (KPMG/COMEXSTATE, segundo ABICAB, 2023). Em valores monetários, o país exportou US$ 143,1 milhões e importou US$ 115,6 milhões, ficando com um saldo de US$ 27,5 milhões (COMEXSTATE, segundo ABICAB, 2023).

7.1. Avanço das marcas regionais de chocolate no mercado

Nos últimos 20 anos, a partir da contribuição da CEPLAC no desenvolvimento de formulações de chocolates "mais cacau", o Centro de Pesquisas do Cacau apoiou a incubação de empresas visando à fabricação de chocolates gourmet, contribuindo para a formação do *cluster* da indústria de chocolates do sul da Bahia. Este processo também deu suporte a criação de uma empresa no Estado de São Paulo, visando à fabricação de equipamentos para indústrias de chocolate de pequeno e médio porte. Esta iniciativa se expandiu de maneira extraordinária, de modo que existem hoje mais de 100 empresas produtoras de chocolate gourmet, localizadas na Bahia, Pará, Espírito Santo, São Paulo, além de outros estados (Raimundo Camelo Mororó, comunicação pessoal[1]).

A Ceplac incentivou a produção de chocolate nas modalidades *bean to bar e* tree to bar, através da orientação para produção de cacau de qualidade e classificação do cacau, e deu forte contribuição visando à participação destacada dos cacauicultores brasileiros nos concursos internacionais, especialmente nas edições do *Cocoa of Excellence (CoEx) Awards*, realizados no Salão do Chocolate de Paris, possibilitando o reconhecimento do Brasil como país produtor de cacau fino e aromático pela ICCO (Organização Internacional de Cacau e Café) (Neyde Alice Bello Marques Pereira[2], comunicação pessoal). Nesses eventos, os produtores mostraram a competência brasileira na produção de cacau de qualidade, especialmente no segmento de cacau fino, e logo perceberam a possibilidade de diferenciar seus produtos como uma estratégia para a elevação de preços no mercado (SANTOS et al., 2012).

No âmbito nacional, o Salão Internacional do Chocolate de Ilhéus passou a divulgar as marcas nacionais de chocolate gourmet, fortalecendo e integrando os elos da cadeia produtiva do cacau e chocolate. Com este mesmo propósito, vêm-se destacando os Festivais Internacionais do Chocolate de Belém, Altamira, Vitória, Linhares, Salvador, São Paulo e Brasília. Como resultado destas inciativas, os

[1]Raimundo Camelo Mororó, Biólogo, Especialista em Engenharia da Produção Agroindustrial, Chocolate Gourmet. Diretor da Chocolates Mendoá (Comunicação Pessoal em 10 de agosto, 2022).

[2]Neyde Alice Bello Marques, Mestre em Ciência e Tecnologia de Alimentos, Chocolate Gourmet. Pesquisadora do Mapa/Ceplac/Cepec (Comunicação Pessoal em 8 de agosto, 2022).

produtores brasileiros de cacau de qualidade passaram a negociar seus produtos com marcas reconhecidas no mercado internacional, além de divulgar marcas brasileiras de chocolate gourmet no mercado.

A Figura 13a apresenta a embalagem da marca de chocolate Bonnat, produzido a partir do cacau Maranhão, oriundo da Fazenda Sagarana, pertencente ao cacauicultor Henrique Almeida, localizada em Coaraci, Bahia; à direita, verifica-se a marca de chocolate Pierre Marcolini (Figura 13b), produzido a partir de cacau fino da Fazenda São Pedro, pertencente ao cacauicultor João Tavares, localizada em Ilhéus, Bahia.

A Figura 14a, apresenta a marca de chocolate Pierre Hermé, produzido a partir de cacau fino da Fazenda Paineiras da M. Libânio, localizada em Ibirapitanga, Bahia; à direita, a marca de chocolate Francois Pralus (Figura 14b), produzido a partir de cacau orgânico e fino, pelo agricultor Diego Badaró, na Fazenda Monte Alegre, em Itacaré, Bahia. Tais iniciativas simbolizam o reconhecimento da qualidade do cacau brasileiro na produção de chocolates por parte de famosas marcas europeias.

A Figura 15 apresenta algumas das mais de 100 marcas brasileiras de chocolate gourmet, produzidas com cacau fino usado nas formulações com teores variados de cacau, agregando a singularidade histórica, cultural e ambiental das regiões produtoras de cacau do Brasil, berço do *Theobroma cacao* L.

O cacau produzido atualmente no Brasil é reconhecido entre os melhores do mundo em termos de qualidade. Contribuíram para tanto, o emprego de variedades produtivas e resistentes, as inovações tecnológicas em sistemas de produção e o avanço nas técnicas de pós-colheita. Este posicionamento do produto simboliza a capacidade de adaptação do produtor brasileiro às oportunidades do mercado (SANTOS et al., 2020).

Figura 13. Chocolate gourmet europeu com cacau fino brasileiro, a venda em Paris, exibindo as marcas Bonnat (b) e Pierre Marcolini (b).
Fonte: Sites das empresas (2022).

Figura 14. Chocolate gourmet europeu com cacau Brasileiro, exibindo as marcas europeias Pierre Hermé (a) e Francois Pralus (b). Fonte: 14 a - Eimar Rosa (Grupo M. Libânio); Figura 14b - Site da empresa.

Figura 15. Algumas marcas de chocolate gourmet da Bahia, Pará e E. Santo. Fonte: sites das empresas.

7.2. O mercado de chocolates no Brasil

O Brasil ocupa a quinta posição entre os maiores mercados consumidores de chocolate do mundo, o sétimo lugar no ranking dos maiores produtores de chocolate e o terceiro lugar entre os fabricantes de balas e confeitos (ABICAB, 2020).

O consumo de chocolate no país vem crescendo a uma taxa média de 11% ao ano com forte incremento na taxa de consumo *per capita* (CENTROSUCAR, 2016), que evoluiu de 2,2 kg de chocolate por habitante/ano em 2018 para 3,6 kg de chocolate por habitante/ano em 2022 (ABICAB (2023). Este indicador, apesar de inferior ao observado nas economias mais desenvolvidas, vem mostrando que o país apresenta potencial de crescimento associado à perspectiva de aumento da renda, sendo importante observar que as regiões Sul (6,8 kg/hab./ano) e Sudeste (4,6 kg/hab./ano) apresentam consumo *per capita* de chocolate equivalente aos das economias desenvolvidas. O maior consumo de chocolate no Brasil é registrado em São Paulo, estado mais populoso e mais rico, que é responsável por 39% da demanda nacional (ABICAB (2023).

Os principais consumidores brasileiros de chocolates estão na faixa de renda entre 3 e 6 salários mínimos, representando 27% do consumo nacional de chocolate. O segundo grupo concentra-se na faixa acima de 6 salários, que representa em torno de 27% da população brasileira e consome entre 15% e 21%. O Brasil tem potencial para crescer em todas as faixas de renda, sobretudo naquela que ganha até 3 salários mínimos, a qual representa 40% da população ou, aproximadamente, 85 milhões de pessoas (ABICAB, 2020).

7.3. Perspectiva para o cacau e chocolate brasileiro no mercado

7.3.1. Cacau e chocolate: potencial de mercado além da amêndoa

Os principais compradores de cacau do mercado, ainda têm o foco exclusivamente voltado à qualidade da amêndoa. Contudo, já existem fortes inciativas visando agregar valor ao produto, pela associação da identidade geográfica e da certificação de origem, inclusive no Brasil (FERREIRA; SANT´ANA, 2017). Existem no país amplas possibilidades de associação dos atributos de qualidade do cacau e chocolate com as particularidades das regiões produtoras.

As regiões produtoras de cacau do Brasil possuem "terroirs[1]" com características muito singulares. A interação de variedades de cacau com o solo e clima das diferentes regiões, permite alcançar aromas de constituição diferenciados, que irão aflorar no processo de pós-colheita, possibilitando a

[1] *Terroir:* é uma extensão limitada de terra com caraterísticas específicas quanto a geografia, geologia e clima, associadas a um processo produtivo de um produto singular com notável riqueza sociocultural e ambiental.

produção de chocolates com sabores característicos (Neyde Alice Bello Marques, comunicação pessoal).

De acordo com Santos et al. (2020), o Brasil dispõe de diversidade em recursos genéticos que permitem a produção de cacaus com atributos específicos de qualidade, os quais podem ser intimamente associados às particularidades socioambientais das regiões produtoras, podendo, assim, conquistar nichos de mercado, alcançando preços mais elevados. A "origem Brasil" é um atrativo valioso para conquistar consumidores internacionais, principalmente os europeus.

O cacau brasileiro pode agregar valor com a riqueza do *terroir* das regiões produtoras do sul da Bahia, das áreas amazônicas dos Estados do Pará, Amazonas e Rondônia, e do Vale do Rio Doce, no Espírito Santo. As marcas nacionais devem ser vinculadas a singularidade histórica, cultural, ambiental, urbanística e gastronômica das regiões produtoras. Consumir cacau e chocolate do Brasil é uma experiência única e uma sensação equiparável ao valor percebido nas melhores regiões produtoras de vinhos. Incorporar esse significado ao cacau é explorar o seu potencial além da amêndoa.

7.3.2. Perspectiva para crescimento do mercado

Os maiores compradores mundiais de chocolates são os países desenvolvidos, a exemplo dos EUA, Japão e nações europeias. Estes mercados apresentam um consumo *per capita* relativamente estável e em patamares elevados. No entanto, há oportunidades para crescimento do mercado de chocolate nos países em desenvolvimento, como a China e a Índia, que ainda possuem um consumo *per capita* relativamente baixo.

O Brasil detém apenas 0,4 % de inserção no mercado global e, portanto, deve buscar maior participação em vendas para países em desenvolvimento, bem como, explorar o enorme potencial de seu mercado interno.

8. CONSIDERAÇÕES FINAIS

A domesticação do cacau teve início a partir das olmecas, maias, incas e astecas, civilizações pré-colombianas da América. Eles utilizaram o cacau-bebida em rituais religiosos pelas elites nobres, cortesãos, guerreiros e até pela população em geral, como no caso dos incas.

O valor energético e o estímulo afrodisíaco da bebida-cacau, motivaram Cortés a levar o cacau para a Espanha, onde a sua bebida foi difundida como hábito de consumo que, posteriormente, passou a ser adotado em toda a Europa. A partir da contribuição dos inventores europeus, o chocolate passou a ser produzido em barras com açúcar e leite, tornando-se um alimento muito apreciado até os dias de hoje.

O aumento no consumo de chocolate motivou os países europeus a fomentarem o plantio de cacau em suas colônias na América, África e Ásia. O Brasil é o sétimo produtor de cacau e está entre os cinco maiores produtores e consumidores mundiais de chocolate. O país possui um moderno parque industrial de processamento de amêndoas, além de ser grande produtor de leite em pó e açúcar, outras duas importantes matérias-primas da indústria de chocolate.

O diferencial competitivo do Brasil, associado a capacidade dos atores da cadeia produtiva incorporarem inovações tecnológicas em todos os seus elos, mostram que o país tem condições objetivas de figurar entre os principais centros de excelência do mundo, na produção, consumo e exportação de cacau, seus derivados e chocolate.

9. REFERÊNCIAS

ALVES, M. G. Chocolate alimento dos deuses e seu também. In: **Aditivos e Ingredientes. Jaraguá do Sul: Duas Rodas Industrial.** p. 22-25. s. d. Disponível em: <http:%3A%2F%2Finsumos.com.br%2Faditivos_e_ingredientes%2Fm>. Acesso em: Abr. 2022.

ARAÚJO, A. P. de Incas. In: **Infoescola Navegando e Aprendendo.** Disponível em: <https://www. infoescola.com/historia/incas/>. Acesso em: Abr. 2022.

AREMU-DELE, O.; SOBOWALE I. O.; NDUKA, B. A.; ADESANYA, K. A.; SOLOMON, O. **Cocoa production improvement in some major producing countries of the world.** Ibadan: CRIN, 2022, p. 405-419. Disponível em: <https://www.researchgate. net/publication>. Acesso em: Jul. 2022.

ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DAS INDÚSTRIAS DE CHOCOLATES, AMENDOIM E BALAS (ABICAB). **Dados de produção, exportação e importação do mercado de chocolate no Brasil - 2022/2023.** In: KPMG/ ComexStat. São Paulo: ABICAB. (Informe em Separata). 6 p. 2023.

ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DAS INDÚSTRIAS DE CHOCOLATES, AMENDOIM E BALAS (ABICAB). Estatística. **A História: Cacau e Chocolate.** São Paulo: ABICAB.2022. Disponível em: <hist%C3%B3ria_do_chocolate# cite_note-ABICAB-4>. Acesso em: Abr. 2022.

ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DAS INDÚSTRIAS DE CHOCOLATES, AMENDOIM E BALAS (ABICAB). Perfil da Indústria de Chocolate no Brasil. In: **Reunião Ordinária da Câmara Setorial da Cadeia Produtiva do Cacau.** Brasília: ABICAB, 17 p. 2020.

ASSOCIAÇÃO NACIONAL DAS INDÚSTRIAS PROCESSADORAS DE CACAU (AIPC). **AIPC: apresentação institucional - 2023.** São Paulo: AIPC, 2023. 70 p.

ASSOCIAÇÃO NACIONAL DAS INDÚSTRIAS PROCESSADORAS DE CACAU (AIPC). **AIPC: apresentação institucional - 2022.** São Paulo: AIPC, 2022. 41 p.

AUMENTATY. **Agricultura Inca. 2021.** Disponível em: <http:// www.aumentaty. com/community /pin/ficha/agricultura-inca/>. Acesso em: Jun. 2021.

BAIARDI, A.; ROCHA, J. H. 1998. A crise da cacauicultura baiana: uma revisão histórica. In: CONGRESSO BRASILEIRO DE ECONOMIA E SOCIOLOGIA RURAL, 36, **Anais** [...] Poços de Caldas - MG: SOBER, 1998. 17 p.

BATISTA, M. de F.; MARINHO, V. J. de A.; MILLER, R. Praga quarentenária A1: "*Cacau swollen shoot" - "Cacao swollen shoot vírus"*. **Comunicado Técnico** n. 112. Brasília - DF: Embrapa, 9 p., dez, 2024.

BONDAR, G. **A cultura de Cacao na Bahia.** Salvador: Instituto de Cacao da Bahia, 1938. São Paulo: Editora Revista dos Tribunais, 1938. 205 p.

BRASIL CACAU. **Chocolates Brasil Cacau: origem e evolução histórica.** 2022. Disponível em: <https://pt.wikipedia.org/wiki/chocolatesbrasilcacau>. Acesso em: Abr. 2022.

CAHIERS BRÉSILIENS. **Cacao.** Brasília, Brasil: Embaixada Suíça, n. 4, s.d. 78p.

CHEN-CHARPENTIER, B. Vírus pode ameaçar fornecimento de chocolate no mundo todo. In: **Isto é Dinheiro Rural,** 26 abr, 2024. Disponível em: <https:// dinheirorural.com. br/virus-pode-ameacar-fornecimento-de-chocolate-no-mundo-todo/>. Acesso em: Abr. 2024.

CONHECIMENTO CIENTÍFICO. **Maias, astecas, incas e a história da América pré-colombiana. 2021.** Disponível em: <https:// conhecimentocientifico.r7.com/maias-astecas-incas-e-a-historia-da-america-pre-colombiana/>. Acesso em: Jun, 2021. 1 p.

CENTROSUCAR. Perfil: a indústria de chocolate no Brasil. In: **Business Review Brasil**, Abril, 2016. Disponível em: <https://centrosucar.com/2016/04/05/a-industria-do-chocolate-no-brasil-fatura-60-bilhoes-ano/>. Acesso em: Abr. 2022.

COMISSÃO EXECUTIVA DO PLANO DA LAVOIURA CACAUEIRA (CEPLAC). Ocorrência de período seco prolongado na Região Cacaueira da Bahia e seus efeitos sobre a economia, os recursos hídricos e a sociedade. **Nota Técnica.** Brasília: Ceplac, 2016. 14 p.

COMISSÃO EXECUTIVA DO PLANO DA LAVOURA CACAUEIRA (CEPLAC). Programa de Recuperação da Lavoura Cacaueira – 3ª e 4ª Etapas. A

crise da lavoura cacaueira, condicionantes, ação governamental, análise e recomendações. **Nota Técnica.** Brasília: Ceplac, 2009. 33p.

COMISSÃO EXECUTIVA DO PLANO DA LAVOURA CACAUEIRA (CEPLAC). **A Ceplac e a reforma administrativa.** Brasília: Ceplac, 1987. 48p. (Série Documentos)

CHOCOLATE A BEBIDA SAGRADA DE MAIAS E ASTECAS. Disponível em: <https://jeguezaimbo.blogspot.com/>. Acesso: Jun. 2021.

COADY, C. A história do chocolate. In: **O Guia do chocolate.** São Paulo: Livros e Livros, 1998. p. 7-15.

COSTA, A. T. **Alexandre Tadeu da Costa: Cacau Show.** 2022. Disponível em: <https://www. Dialethos eventos.com.br/palestrante/8/alexandre-tadeu-da-costa-cacaushow?gclid=CjwKCAjwo_KXBhAaEiwA2RZ8hL7di7Ac23BoF21thuB1ZgBFd-v9ryRoCiLoQAvD_BwE>. Acesso em: Abr. 2022.

DANIEL, J. Tesouro descoberto no Rio Amazonas. **Anais da Biblioteca Nacional.** Rio de Janeiro: Biblioteca Nacional. v. 95, t. 1-2, 1976. (Separata)

DIAS. M. N. **A companhia Geral do Grão-Pará e Maranhão (1755-1778).** Belém: Universidade Federal do Pará, v. 1 e 2, 1970. p. 265-286.

DIAS DEL CASTILLO, B. **Historia verdadera de la conquista de Nueva España.** Barcelona: Ramon Sopena, 1970. 1367 p.

DINIZ, B. **HISTÓRIA DA MOEDA: o valor de troca do cacau na sociedade Maia.** Disponível em: <https://www.diniznumismatica.com/2012/11/historia-da-moeda-05-o-valor-de-troca.html>. Acesso em: Jun. 2021.

EBC. **Ao Vivo: Chocolate já foi considerado um alimento divino: conheça sua história.** Brasília: EBC., 2015. Disponível em: <https://memoria.ebc.com. br/infantil/voce-sabia/2015/12/chocolate -ja-foi-considerado-um-alimento-divino-conheca-sua-historia>. Acesso em: Mai. 2022.

ELKON, J. **O livro de receitas com chocolate.** 2 ed. Rio de Janeiro: Record, 2004. 152 p.

EXAME. **Cronologia da história da Nestlé no Brasil.** São Paulo: Abril, 2010. 1 p. Disponível em: <exame.com/negócios /cronologia-a-historia-da-nestle-no-brasil-m0061685>. Acesso em: Out. 2022.

FARROW, J. **Chocolate: receitas doces e salgadas.** 2 ed. São Paulo: Manole, 2005.

FEDERAÇÃO DAS INDÚSTRIAS DO ESTADO DE SÃO PAULO (FIESP). **Agronegócio do Cacau no Brasil: produção, transformação e oportunidades.**

São Paulo: FIESP, 2021. 34 p. Disponível em: <manual%20técnico%20 do%20 cacau%202022/capítulo%201%20final agronegócio%20cacau%20no%20brasil. pdf>. Acesso em: Jul. 2022.

FERREIRA, A. C. R.; SANT´ANA, C. de S. **Indicação de Procedência Sul da Bahia: Manual de Identificação Geográfica.** Ilhéus: PTCSB, 2017. 31 p.

FESTIVAL DO CHOCOLATE ÓBIDOS. **Como o Cacau era utilizado pelos Astecas.** Leiria, Estremadura, Portugal, 2020. 1p. Disponível em: <https:// festivalchocolate.cm-obidos.pt/2020 /03 /09/como-e-que-o-cacau-era-utilizado-pelos-astecas/>. Acesso em: Nov. 2022.

FESTIVAL DO CHOCOLATE ÓBIDOS. **Como o Chocolate conquistou a Europa.** Leiria, Estremadura, Portugal, 2022. 1p. Disponível em: <https:// festivalchocolate.cm-obidos.pt/2020/03/09/como-e-que-o-chocolate-conquistou-a-europa/>. Acesso em: Nov. 2022.

FONSECA, U. **Perfil da Associação Brasileira da Indústria de Chocolates, Amendoim e Balas.** Brasília, DF: ABICAB, 2020. 17 p.

FOOD AND AGRICULTURE ORGANIZATION OF THE UNITED NATIONS (FAO). **FAOSTAT,** 2020. Disponível em: <https://www.fao.org/faostat/en/#data/QCL>. Acesso em: Out, 2022.

FRANCO, A. **De caçador a gourmet: uma história da gastronomia.** São Paulo: SENAC, 2001. 288 p.

HERMÉ, P. **Larousse do Chocolate.** São Paulo: Larousse, 2006. 255 p.

HYDROLOGICAL SERVICES AGENCY IN NIGÉRIA (HSAN). Inundações na Nigéria agravam escassez global de cacau. In: **Mercado do Cacau,** 2024. 1 p. Disponível em: <https://mercadodocacau.com.br/inundacoes-na-nigeria-agravam-escassez-global-de-cacau/>. Acesso em: Abr. 2024.

INSTITUTO BRASILEIRO DE GEOGRAFIA E ESTATÍSTICA (IBGE). **Indicadores IBGE. Levantamento Sistemático da Produção Agrícola - Estatística da Produção Agrícola.** Brasília: IBGE, 2024. Disponível em: <https://biblioteca.ibge.gov.br/visualizacao/periodicos/2415/epag2024_fev.pdf. pdf>. Acesso em: Abr. 2024.

INSTITUTO BRASILEIRO DE GEOGRAFIA E ESTATÍSTICA (IBGE). **Indicadores IBGE. Levantamento Sistemático da Produção Agrícola - Estatística da Produção Agrícola.** Brasília: IBGE, 2023. Disponível em: <https:// biblioteca.ibge.gov.br/visualizacao/periodicos/2415/epag2023_fev.pdf. pdf>. Acesso em: Mai. 2023.

INSTITUTO BRASILEIRO DE GEOGRAFIA E ESTATÍSTICA (IBGE). **Indicadores IBGE. Levantamento Sistemático da Produção Agrícola - Estatística da Produção Agrícola.** Brasília: IBGE, 2022. Disponível em: <chrome-extension://efaidnbmnnni bpcajpcglclefindmkaj/https://biblioteca.ibge.gov.br/ visualizacao/periodicos/2415/epag_2022_fev.pdf>. Acesso em: Jan. 2023.

INSTITUTO BRASILEIRO DE GEOGRAFIA E ESTATÍSTICA (IBGE). **Indicadores IBGE. Levantamento Sistemático da Produção Agrícola - Estatística da Produção Agrícola.** Brasília: IBGE, 2025. Disponível em: <sibra.ibge.gov.br/tabela/1618#resultado.pdf>. Acesso em: Jan. 2025.

INSTITUTO INTERAMERICANO DE COOPERAÇÃO PARA A AGRICULTURA. IICA. **A Organização Internacional do Cacau e o IICA lançam iniciativa para abordar os níveis de cádmio no cacau na América Latina e no Caribe.** São José: IICA, 1 p. Disponível em: <http://iica.int/pt/prensa/noticias/organizacao-internacional-do-cacau-e-o-iica-lancam-iniciativa-para-abordar-os>. Acesso em: Nov. 2022.

INTERNATIONAL COCOA ORGANIZATION. ICCO. **Quaterly Bulletin of Cocoa Statistics,** Vol. XLIX, n. 2, Cocoa year 2022/2023. Published May, 2023.

INTERNATIONAL COCOA ORGANIZATION. ICCO. **Quaterly Bulletin of Cocoa Statistics,** Vol. XLXI, n. 2, Cocoa year 2024/2025. Published May, 2025.

KOPENHAGEN. **Kopenhagen: história e linha do tempo.** 2022. Disponível em: <https://pt.wikipedia.org/ wiki/Kopenhagen>. Acesso em: 13 abr. 2022.

LACTA. **LACTA: origem e história. 2022.** Disponível em: <https://pt.wikipedia.org/ wiki/Lacta>. Acesso em: 13 abr. 2022.

LIMA, R. **Gastronomia com pouco açúcar.** In: Revista Veja. São Paulo: Abril, v. 4, n. 9, p: 82-84, Jan 2008.

LOYOLA, A. **Indústria chocolates produziu 757 mil toneladas em 2020.** <https://monitor mercantil.com.br/industria-de-chocolates-produziu-757-mil-toneladas-em-2020/>. Acesso em: 13 abr. 2021.

MENEZES, J. A. de S.; CARMO-NETO, D. **A modernização do Agribusiness Cacau.** Fundação Cargill, 1993. 223 p.

MERCADO DO CACAU. Estudo revela que chocolates feitos com cacau da Ásia e da África Ocidental têm níveis mais baixos de cádmio e chumbo. Itabuna, Bahia: **Mercado do Cacau,** junho, 2p, 2020. Disponível em: <https://mercadodo cacau.com.br/estudo-revela-que-chocolates-feitos-com-cacau-da-asia-e-da-africa-ocidental-tem-niveis-mais- baixos-de-cadmio-e-chumbo/>. Acesso em: Jun. 2024.

MIDLEJ, A. Cacau atinge valor histórico: desafios climáticos e envelhecimento dos cacaueiros impulsionam preços. **Mercado do Cacau**, abril, 2 p, 2024.

Disponível em: <https://mercadodocacau.com.br/cacau-atinge-valor-historico-desafios-climaticos-e-envelhecimento-dos-cacaueiros-impulsionam-precos/>. Acesso em: Abr. 2024.

MINDEL, N. **A história do chocolate.** 2022. Disponível em: http://www.chabad.org.br/biblioteca /artigos/chocolate/home.html. Acesso em: 14 abr. 2022.

NEUGEBAUER. **A História do chocolate no Brasil.2022.** Disponível em: https://www.neugebauer. com.br/pt/a-marca. Acesso em: 14 abr. 2022.

NOSUGARFOODES. **Conta a lenda que… uma história sobre o Alimento dos Deuses!** Disponível em: https://nosugarfoods.wordpress.com/2015/01/12/conta-a-lenda-que-uma-historia-sobre-o-alimento-dos-deuses/. Acesso em: 14 abr. 2022.

ORGANIZAÇÃO INTERNACIONAL DO TRABALHO (OIT). **Cadeia Produtiva do Cacau - Avanços e Desafios Rumo À Promoção Do Trabalho Decente: análise situacional.** Brasília: OIT/ Ministério Público do Trabalho (MPT). 2018. 68 p. Disponível em: chrome-extension://efaidnbmnnnib pcajpcglclefindmkaj/https://chocolatrasonline.com.br/wpcontent/uploads/2019/08/publicacao_cacau_web. pdf. Acesso em: 15 mai. 2022.

PIRES, A. M. de M.; FREIRE, C. R. F. A crise da atividade cacaueira e a agroindústria do cacau no estado da Bahia, Brasil. In: CONGRESSO LATINO-AMERICANO DE SOCIOLOGIA RURAL, 5, 2006, Quito. 2006. **Anais** [...]. Quito: Alas, 2008. p. 1-9. Disponível em: http://www.sober.org.br/palestra/9/445.pdf. Acesso em: 15 jun. 2022.

PIRIOU, C. **Por dentro da fantástica fábrica de chocolate da Dengo2.** 2022. Disponível em: https: //foodforum.co/dengo-e-sua-fabrica-de-chocolate/#:~:text =Fundada%20em%202017%20por%20Guilherme,Bras%C3%ADlia%2m%20de. Acesso em: 15 abr. 2022.

PORRO, A. Cacau e chocolate: dos hieroglifos maias à cozinha ocidental. In: **Anais do Museu Paulista: História e Cultura Material**, 5 (1), 279-284. jan-dez 1997. Disponível em: https://www. revistas.usp.br/anaismp /article/view/5357. Acesso em: 15 abr. 2022.

POVOS DA ANTIGUIDADE**. O Império do Sol.** 3 p. Disponível em: https://povosdaantiguidade. blogspot.com/2009/12/o-imperio-do-sol-1-parte.html. Acesso em: 12 jun. 2021.

PRADO, J.B.; ARAÚJO, J.A. **A História das EMARCs - Escolas Médias de Agropecuária Regionais da CEPLAC.** Ilhéus, Bahia: CEPLAC, 2014. 100 p.

RAMOS, F. P. Chocolate também é história. In: **Para entender a história,** n. 1, v. ago, série 17/08, 2010. Disponível em: https://fabiopestanaramos.blogspot.com/2010/08/chocolate-tambem-e-historia.html.

RIBEIRO, A. L. R. **In memoriam: urbanismo, literatura e morte.** Ilhéus: Editus, 2017. 267 p.

SANTOS, A.M. dos; SANTOS, G. B. M. dos; SANTOS, P. B. M. dos. Cacau fino: produção, consumo e tecnologia. In: Andrea de Souza Gomes e Mônica Pires (Org.), **Cacauicultura: estrutura produtiva, mercados e perspectivas.** Ilhéus: Editus, 2020. 273 p.

SANTOS, A.M. dos; SANTOS, G. B. M. dos; SANTOS, P. B. M. Cacau: a diferenciação pela qualidade como estratégia para elevação do preço no mercado internacional. Ilhéus: Ceplac. **Revista Agrotrópica,** 24 (3): 197 - 206. 2012.

SILVA, D. N. Civilização Maia. In: **A História do mundo.** Disponível em: <https://www. historiadodomundo.com.br maia#:~:text=A%20Civiliza %C3%A7%C3%A3o%20Maia%20desenvolveu>. Acesso em: 16 abr. 2022a.

SILVA, D. N. Astecas. In: **A História do mundo.** Disponível em: <https:// www.historiadomundo.com.bra s t e c a # : ~ : t e x t = O s % 2 0 a s t e c a s % 2 0 f o r a m %20uma%20civiliza3o,comofisticado>. Acesso em: 16 abr. 2022b.

SILVA, D. N. "Hernán Cortés e a conquista dos astecas". In: **Brasil Escola.** Disponível em: <https://brasilescola.uol.com.br/historiag/hernan-cortes-conquista-dos-astecas.htm>.Acesso em: 16, abr. 2022c.

SILVA, A. F; FACHINELLO, A. L.; BOTEON, M.; JULIÃO, L. POZELLI, R. Cadeia produtiva do cacau e chocolate: perfil e desafios. 2015, **Anais** [...] Brasília: SOBER, 2015. Disponível em: <http://icongresso.itarget.com.br /tra/ arquivos /ser. 5/1/4814. pdf>. Acesso em: 12, mai. 2022.

UNIVERSIDADE FEDERAL DO RIO GRANDE DO SUL. **A História do Chocolate.** Porto Alegre: UFRGS, 2011. 5 p. Disponível em: < http://www. ufrgs.br/alimentus/disciplinas/tecnologia-de-alimentos-especiais/chocolates/ arquivos-chocolate/historico-do-chocolate/view>. Acesso em: 12 abr. 2022.

URBINATTI, O. Conquista do Novo Mundo: o encontro de Hernán Cortés com os astecas. In: **AS AVENTURAS NA HISTÓRIA,** 2021. 5 p. Disponível em: <https:/ /aventurasnahistoria. uol.com.br/noticias/reportagem/neste-dia-em-1519-hernan-cortes-era-recebido-astecas-pelos tenochtitlan.phtml>. Acesso em: 12 jun. 2021.

VIEIRA, J. R. C. **Ceplac 50 anos em 50 escritos 1964-2014.** Ilhéus, Bahia; 2015. 283 p.

VIRGENS FILHO, A. de C. et al. **Ceplac e a Crise da Lavoura Cacaueira.** Ilhéus, Bahia: Ceplac/Cepec, 1993. 30 p.

CAPÍTULO 2

Classificação, centro de origem e descrição botânica do cacaueiro

CLASSIFICAÇÃO, CENTRO DE ORIGEM E DESCRIÇÃO BOTÂNICA DO CACAUEIRO

Adonias de Castro Virgens Filho

1. CLASSIFICAÇÃO BOTÂNICA DO CACAUEIRO

A primeira classificação botânica do cacaueiro foi feita no século XVII pelo francês *Charles de* l'É*cluse* que denominou a espécie de *Cacao fructus*. Posteriormente, o botânico e naturalista sueco, *Carolus Linnaeus*, nominou o cacaueiro de *Theobroma fructus* e, em 1737, em sua obra *Systema Naturae*, o classificou com o binômio *Theobroma cacao* L. (HERMÉ, 2006). Em 1862, o cacaueiro foi classificado por Luego, Bentham e Hooker, como uma espécie da família *Sterculiaceae*, pertencente a ordem *Malvales* (BATISTA, 2009) e em 1999, foi classificado por Alverson et al. (1999) como uma espécie da família Malvaceae, vinculada a mesma ordem (SUÁREZ, 2022).

A palavra *Theobroma* (*Theo - Deus; broma - alimento)* é um termo latino com o significado de "manjar dos deuses", sendo inspirado na crença mesoamericana da origem divina do cacaueiro. O nome cacau deriva da palavra *cacahuatl*, herdada dos maias e usada posteriormente na língua *nahuatl*, falada pelos astecas (PORRO, 1997).

O mais recente estudo do gênero *Theobroma* foi realizado em 1964 pelo botânico José Cuatrecasas, que descreveu 22 espécies (CUATRECASAS, 1964). Duas destas merecem destaque pela importância econômica: i) o cacaueiro (*Theobroma cacao* L), que está presente nas regiões tropicais e subtropicais do mundo, onde notabiliza-se pela produção de matéria-prima para a fabricação de chocolate; ii) o cupuaçuzeiro (*Theobroma grandiflorum* Schum), árvore típica da Amazônia brasileira, explorada nos biomas Floresta Amazônica e Mata Atlântica, visando à produção de sucos, doces, sorvetes e no aproveitamento de amêndoas para a obtenção do cupulate.

1.1. Taxonomia do cacaueiro

Reino: *Plantae*
Divisão: *Magnoliophyta*
Classe: *Magnoliopsida*
Ordem: *Malvales*
Família: *Malvaceae*
Subfamília: *Sterculioideae*
Tribu: *Theobromeae*
Gênero: *Theobroma.*
Espécie: *Theobroma cacao* L.

2. CENTRO DE ORIGEM DO CACAU

O cacaueiro (*Theobroma cacao* L.) é uma espécie típica das florestas tropicais pluviais, onde habita no sub-bosque, sendo explorado há mais de 3.000 anos pelas civilizações mesoamericanas e há mais de 400 anos pelos sul-americanos (HERMÉ, 2006).

As amêndoas do cacaueiro se destinam a produção de líquor, manteiga e pó, empregados na indústria de chocolate, alimento apreciado pelos atributos essenciais à nutrição e saúde humana; por essa razão, o cacau é produzido por mais de 5,5 milhões de agricultores localizados na África, América, Ásia e Oceania (AIPC, 2022).

A espécie *Theobroma cacao* L. é nativa da parte norte da América do Sul, embora haja relatos sobre sua origem na América Central. Os estudos pioneiros de Van Hall (1914) reportam que o mais provável centro de origem do cacaueiro está nas cabeceiras das bacias dos rios Orinoco e Amazonas (Figura 1), nos vales amazônicos e seus afluentes (Figura 2), embora o primeiro centro de domesticação do cacau seja identificado como a América Central e sul do México, onde as civilizações olmecas, maias e astecas exploravam o cacaueiro e tomavam o cacau-bebida (PORRO, 1997).

Morris, em 1882, citado por Cuatrecasas (1964), classificou o cacau em dois grandes grupos, assim distintos: Cacau Criollo e Cacau Forasteiro. Por sua vez Pittier, em 1925, também citado por Cuatrecasas (1964), reconheceu estes dois tipos de cacau como originais, diferentes e espontâneos. Ele acreditava que correspondiam a duas espécies distintas, como descritas a seguir: i) *Theobroma cacao,* originário

Figura 1. Bacias dos Rios Amazonas e Orinoco.
Foto: Kmusser, 2008 (Creative Commons CC0, 2021).

Figura 2. Bacia amazônica, um dos berços do cacau.
Foto: Envolverde, 2021.

da América Central, refere-se aos cacaueiros cultivados na era da pré-história, pertencentes ao grupo Criollo, existente no México e América Central. ii) *Theobroma leiocarpo*, originário da América do Sul, que se refere ao grupo de cacaueiros Forasteiros, cujos frutos possuem cotilédones violetas.

Em contraste com as teorias de Morris e Pittier, Cheesman (1944) complementou os postulados de Van Hall, ao publicar uma teoria que menciona a existência de dois grandes grupos de cacaueiros, os Forasteiros e os Criollos, ambos pertencentes a uma única espécie, o *Theobroma cacao* L.

As formas selvagens do cacaueiro Criollo se encontram no Alto Amazonas e seus afluentes: Napo, Putumayo (Rio Iça no Brasil) e Caquetá na Colômbia (Rio Japurá no Brasil), ao pé da cordilheira dos Andes, na fronteira entre a Colômbia e o Equador. Desta região, o cacau se dispersou pelas regiões norte e sul, tendo a Cordilheira dos Andes exercido uma barreira que permitiu a diferenciação entre Criollos e Forasteiros (CHEESMAN, 1944).

Para Cheesman (1944), o cacaueiro se dispersou dos flancos orientais dos Andes pelas regiões norte e sul da Colômbia, sul do México e América Central, sendo diferenciado em Forasteiros (Figura 3) e Criollos (Figura 4).

Os descendentes distintos do cacaueiro surgiram com a intervenção do homem centro-americano, especialmente os maias, uma vez que não há evidências históricas dando origem aos Criollos centro-americanos e Criollos sul-americanos. Tal façanha coube a partricipação dos índios sul-americanos (CHEESMAN, 1944; DIAS et al. 2003).

Cuatrecasas (1964) menciona que há grande diversidade morfológica entre os cacaueiros da América Central e América do Sul, o que o levou a concordar com a teoria de Morris, assim como preconizam os postulados de outros autores (WOOD, LASS, 1985; DE LA CRUZ et al., 1995). Para ele, ambas as populações evoluíram independentemente, devendo ser reconhecidas como subespécies separadas pelo

Figura 3. Frutos de Cacau Tipo Forasteiro. Foto: Eimar Rosa (Agrícola M. Libânio).

Figura 4. Frutos de Cacau Tipo Criollo. Foto: Eimar Rosa (Agrícola M. Libânio).

istmo do Panamá, como descritas a seguir: i) *Theobroma cacao* sp. *cacao*; ii) *Theobroma cacao* ssp. *sphaerocarpum*. Ele ainda acrescentou que os possíveis ancestrais dos cacaueiros domesticados na América Central eram cacaueiros silvestres da floresta tropical Lacandona, situada ao leste do estado mexicano de Chiapas.

Segundo Braudeau (1970) e Motamayor et al. (2002), as duas subespécies propostas por Cuatrecasas (1964) correspondem aos tipos morfogenéticos assinalados por Cheesman (1944). Embora o primeiro centro de domesticação do cacau tenha sido a América Central, os subtipos *Theobroma cacao* ssp. *cacao* e *Theobroma cacao* ssp. *sphaerocarpum*, representam os grupos Criollo e Forasteiro, respectivamente. Existe um terceiro grupo originário de cruzamentos entre Criollo e Forasteiro, denominado de Trinitário (Figura 5).

Figura. 5. Cacau Trinitário: cruzamento entre Forasteiro e Criollo. Foto: Terra do Chocolate, 2019.

Para Cheesman (1944), as áreas cultivadas originalmente pertenciam ao grupo racial Criollo (*Theobroma cacao* var. cacao), enquanto o Grupo Forasteiro (*Theobroma cacao* var. *sphaerocarpum*) se manteve em seu estado selvagem na bacia amazônica, na América do Sul.

O Grupo Forasteiro amazônico é encontrado nas bacias do Alto e Baixo Amazonas, nas Guianas, Suriname e Venezuela. O mesmo só foi cultivado a partir dos últimos quatro séculos, sendo responsável atualmente por mais de 80% da produção mundial de cacau. As populações de Criollo podem ser encontradas nos limites da encosta oeste do Pacífico, desde a América Central até o norte da América do Sul (BRAUDEAU, 1970; DIAS et al., 2003).

Dias (2001), citando vários autores, analisou a hipótese sul-norte de Cheesmman (1944), a hipótese norte-sul apresentada por Mora Urpi (1853), Vavilov (1951) e, posteriormente, por Platiño (1963), e a proposta apresentada por Nava (1953), formalizada por Cuatrecasas (1964). Levando em conta esses trabalhos, ele propôs uma tese sobre a origem e dispersão geográfica do cacaueiro, utilizando evidências

antropológicas, históricas, paleogeológicas, biogeográficas e estudos de genética de populações, sendo a mesma sequenciada a seguir:

i) Os cacaueiros da população ancestral teriam se diferenciado em Criollos e Forasteiros Amazônicos, na região andina.

ii) Em meio a população formada por cacaueiros de sementes púrpuras, surgiram mutantes de sementes brancas que se multiplicaram no lado ocidental dos Andes.

iii) Devido ao isolamento geográfico causado pela Cordilheira dos Andes no início do terciário, tais mutantes originaram os Criollos, diferenciando-se então dos Forasteiros Amazônicos.

iv) Quando dos eventos geoclimáticos ocorridos no Pleistoceno, como o aparecimento recorrente do lago Amazonas e a glaciação, houve a diferenciação dos Forasteiros Amazônicos em Forasteiros Alto Amazônicos e Baixo Amazônicos na região do Alto Amazonas. Na sequência, Criollos e Forasteiros foram transportados pelo homem em direção a Mesoamérica e ao México.

Tanto Criollos quanto Forasteiros, se distinguem basicamente por características de frutos e sementes. A grande diversidade em cacaueiros do grupo Forasteiro, especialmente o Forasteiro de Trinidad, conhecido como Trinitário, resulta de numerosos cruzamentos realizados entre os tipos originais (Figura 5) (CHEESMAN, 1944).

O Trinitário é um grupo híbrido entre os dois, desenvolvido a partir da hibridização natural que ocorreu em Trinidad, quando as plantações de Criollo foram devastadas pela doença vassoura de bruxa (*Moniliophthora perniciosa*), em meados do século XVIII, sendo substituídas por Forasteiros, que foram interplantados com plantações remanescentes de Criollo (CHEESMAN, 1944). Estes tipos de cacaueiros são intercompatíveis, o que lhes possibilita gerar híbridos vigorosos e férteis de maneira natural, sem que tenham encontrado nenhuma barreira genética. Isso reforça a tese de que todos eles pertencem a espécie *Theobroma cacao* L. (BRADEAU, 1970), diferindo, portanto, da proposição de Cuatrecasas (1964), que separou os grupos de cacaueiros em duas subespécies, tal como proposto por Morris na Jamaica, em 1882.

2.1. Pesquisas contemporâneas sobre o centro de origem do cacau

Motamayor et al. (2002) estudou a origem e a base genética do cacau Criollo da América Central, realizando análises RFLP[1] e microssatélites. Eles separaram os Criollos em dois grupos: i) Criollos Antigos, anteriormente classificados como selvagens; ii) Criollos Modernos que podem ter sido introgredidos com genes de Forasteiro. Os autores observaram que os indivíduos Forasteiros colombianos-

[1]PCR-RFLP: análises que se baseiam em tamanho de fragmentos gerados por amostras de DNA, após clivagem com enzimas de restrição e são comparadas entre número e tamanho de fragmentos que surgem após a digestão do DNA (EGLES et al., 2022).

equatorianos estavam mais próximos dos Criollos Antigos do que dos demais indivíduos Forasteiros da América do Sul.

As análises de RFLP e microssatélites revelaram um alto nível de homozigose e diversidade genética significativamente baixa dentro do grupo Criollo Antigo. Os resultados sugerem que os Criollos Antigos representam o grupo Criollo original, mas que não se constitui numa subespécie separada.

Eles provavelmente se originaram de alguns indivíduos existentes na América do Sul, espalhados pelo homem na América Central (MOTAMAYOR et al., 2002), os quais geraram descendentes com características distintas. Isso reforça a tese de que o centro de origem do cacaueiro está nas bacias dos rios Orinoco e Amazonas, tal como proposto por Van Hall, em 1914.

2.2. O acervo genético do cacaueiro na Amazônia

Dias et al. (2003), baseando-se na teoria de diversos autores, realizou estudos de genética populacional na Amazônia, utilizando marcadores moleculares. Seus resultados confirmaram a existência de ampla variabilidade genética do cacaueiro com referência ao vigor, resistência à doença vassoura de bruxa, tamanho e coloração da folha, rendimento de frutos, e características dos frutos e das sementes.

As análises estatísticas mostraram que a diferenciação entre as populações de cacau está estruturada por bacias; há variação das populações silvestres entre progênies e entre bacias. Eles recomendam otimizar o processo de coleta de germoplasma, a partir do maior número de plantas de poucas populações das bacias mais divergentes (DIAS et al., 2003). Estes resultados estão de acordo com Guimarães (2016), que realizou a avaliação genética de acessos de cacaueiros provenientes de nove bacias hidrográficas da Amazônia e observou a diferenciação de acessos de acordo com o sistema de bacias hidrográficas.

Os estudos anteriores de Barriga et al. (1985), corroboram com as teses citadas e afirmam que a Amazônia brasileira é uma das mais extensas reservas de variabilidade genética do cacaueiro, especialmente no que se refere ao vigor vegetal, resistência a vassoura de bruxa, tamanho e coloração das folhas, rendimento das plantas, características dos frutos e das sementes.

Dias et al. (2003), ressaltando a importância da diversidade genética da Amazônia, reportaram que há um risco iminente de extinção das populações de cacaueiros silvestres (erosão genética), devido ao desmatamento decorrente da exploração madeireira, projetos de mineração, grandes usinas hidrelétricas e expansão da fronteira agrícola. Nesse sentido recomendaram prioridade nos processos de coleta de germoplasma, visando ao resgate eficiente dos recursos genéticos, usando como subsídio o conhecimento da variação genética, sua distribuição e fatores de influência.

Desde 1965, a Ceplac (Comissão Executiva do Plano da Lavoura Cacaueira) vem realizando expedições para a coleta de acessos genéticos nas populações silvestres de cacaueiros da Amazônia, iniciativa que resultou na incorporação de 2.000 adesões em seus bancos de germoplasma. Essas campanhas têm o propósito de ampliar, conservar e intercambiar o acervo de recursos genéticos, visando ao uso em programas de melhoramento da espécie (ALMEIDA et al., 1987; ALMEIDA e ALMEIDA, 1987; ALMEIDA et al., 1995; DIAS et al., 2003). Este trabalho deve ter continuidade tendo em vista à preservação da diversidade ainda existente nessas populações e sua importância para o melhoramento genético do cacaueiro.

3. DESCRIÇÃO BOTÂNICA DO CACAUEIRO

O cacaueiro é uma espécie da Classe *Magnoliopsida* ou *Dicotiledônea*, cujas plantas possuem flor e a semente possui embrião com dois cotilédones[/1]. Trata-se de uma planta perenifólia[/2], mesófila[/3], característica do sub-bosque da floresta pluvial amazônica.

O principal valor do cacaueiro está nas amêndoas que resultam da fermentação e secagem das sementes, e são transformadas industrialmente em chocolate. Delas também se extrai uma polpa usada na fabricação de sucos, doces e sorvetes.

O seu porte é arbóreo, podendo atingir 5 a 6 metros de altura em condições normais de cultivo e apresenta um polimorfismo[/4] bastante acentuado. Trata-se de uma árvore ramificada, o seu tronco apresenta entre 20 e 30 centímetros de diâmetro, sendo revestido por casca com ritidoma lenticelado[/5], de coloração pardo-amarronzado (LORENZI, 1992).

3.1. Raízes

Quando o cacaueiro é propagado por via sexuada (através de sementes) ele possui raiz pivotante e raízes secundárias que apresentam pelos absorventes. A raiz pivotante atinge profundidade entre 1 e 2 m, a depender da textura, estrutura e profundidade do solo; a função desta raiz é a fixação da planta no solo e absorção de água (Figura 6) ((BRAUDEAU, 1970; SOUZA et al. 2016).

[1/] **Cotilédone:** folha ou cada uma das folhas que se forma no embrião das angiospermas e gimnospermas e que, em algumas espécies como o cacaueiro, é um órgão de reserva para o desenvolvimento da plântula, sendo um nas Monocotiledôneas e dois nas Dicotiledôneas.

[2/] **Perenifólia:** planta que mantém folhas o ano inteiro.

[3/] **Planta mesófila:** desenvolve-se melhor em condições de temperatura moderada; nem muito quente, nem muito fria.

[4/] **Polimorfismo:** quando a planta é capaz de assumir diferentes formas.

[5/] **Ritidoma lenticelado:** tecido suberificado que possui lenticelas (poros de respiração) e pode adquirir formato de verrugas.

A raiz pivotante apresenta maior desenvolvimento em solos profundos e com boa aeração; em solos menos profundos, ocorre mau desenvolvimento, comprometendo a sustentação da planta, submetendo-a ao risco de tombamento. Quando a raiz pivotante encontra um solo com impedimento físico ou composição química inadequada, ela paralisa o crescimento. Este tipo de raiz, diferentemente da raiz secundária, não se regenera ao sofrer injúria (USECHE; ARDILA, 2004).

As raízes secundárias se localizam na profundidade de 0 a 20 cm do solo, possuem ramificações laterais que se desenvolvem horizontalmente, podendo se estender nessa direção por 5 a 6 m e são responsáveis pela absorção de água e nutrientes pelo cacaueiro (HARDY, 1961).

Quando estão mais próximas da superfície, as raízes secundárias apresentam pequeno calibre, formando uma densa rede de radicelas que são mais numerosas em solo úmido com boa aeração e abundante camada húmica, sendo que, em alguns casos, estão em estreito contato com micorrizas (HARDY, 1961; BRAUDEAU, 1970).

As raízes secundárias são muito sensíveis e podem ser danificadas quando da realização de capina e coroamento com enxada ou se procede a gradagem; mas, possuem capacidade de regeneração.

Quando o cacaueiro é propagado por via assexuada ou vegetativa, a planta desenvolve duas a três raízes secundárias ou adventícias de maior calibre, as quais têm o propósito de suprir a carência da raiz pivotante (Figura 7).

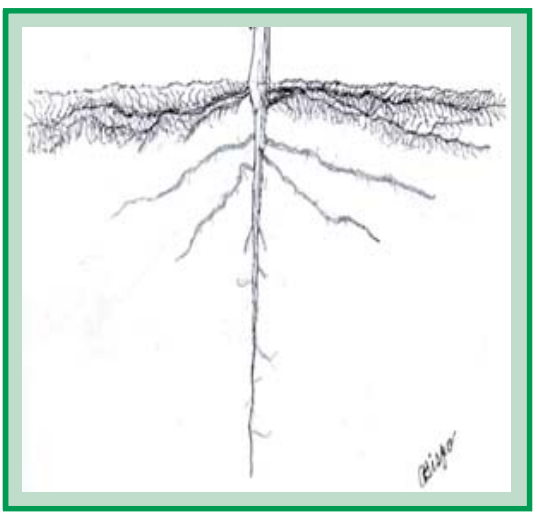


Figura 6. Raízes do cacaueiro propagado por via sexuada. Desenho: Antônio Bispo (Ceplac).

Figura 7. Raízes do cacaueiro propagado por via vegetativa. Desenho: Antônio Bispo (Ceplac).

3.2. Caule

O caule do cacaueiro é ereto do tipo tronco e apresenta casca lisa nos primeiros anos de desenvolvimento; com a maturidade, ele passa a apresentar casca de coloração cinza-escura com superfície áspera e rugosa, devido ao desenvolvimento de almofadas florais a partir de gemas dormentes localizadas nas axilas foliares ao longo do tronco, uma vez que esta espécie apresenta o fenômeno de caulifloria (FERRI, 1972). O cacaueiro é uma das raras espécies que apresenta esta característica, produzindo almofadas florais, flores, bilros e frutos ao longo do caule, além dos ramos mais desenvolvidos (Figuras 8 e 9) (BRADEAU, 1970).

Figura 8. Almofadas florais no tronco do cacaueiro. Foto: George Sodré (Ceplac)

Figura 9. Produção de frutos ao longo do tronco (caulifloria). Foto: Milton Conceição (Ceplac).

Em plantas propagadas a partir de sementes, o caule se desenvolve verticalmente através de um ramo ortotrópico até a altura de 0,80 a 1,50 m, quando a gema terminal detém o crescimento por volta dos 14 meses, lançando 3, 4 ou 5 ramificações em sentido oblíquo, formando uma roseta, sendo estes ramos distribuídos a partir da mesma altura e denominados de plagiotrópicos; destes ramos, ainda surgem outros, dando a configuração de uma taça, formando a copa da planta (Figura 10). Abaixo da roseta saem chupões ou ramos ladrões, que têm aparência similar aos ramos normais, mas cujas gemas axilares são distribuídas em sentido helicoidal (HARDY, 1961; USECHE; ARDILA, 2004).

Nos cacaueiros propagados vegetativamente, o porte da planta é menor e o crescimento das folhas é menos abundante, características que favorecem o manejo da cultura. A fim de facilitar a colheita, a retirada de vassouras e a poda, a copa da planta deve ser mantida com altura abaixo de 3,0 m (Figura 11). As plantas são conduzidas com um ramo principal que deve ser podado, resultando na bifurcação de novos ramos, possibilitando a abertura da copa, em cujo interior ocorrerá intensa frutificação, assegurando a alta produtividade do cacaueiro.

Figura 10. Tronco do cacaueiro propagado por via sexuada. Foto: Ivan Sousa (Ceplac).

Figura 11. Tronco do cacaueiro propagado via assexuada. Foto: Fernando de Martim Filho.

3.3. Folhas

As folhas do cacaueiro são elípticas ou oblongas (ovaladas), acuminadas (pontiagudas) e com bordas lisas. Elas são glabras (sem pelos), pecioladas, pendentes e possuem inervação do tipo peninérvea. O comprimento varia de 15 a 25 cm quando novas, podendo alcançar 60 cm quando desenvolvidas e em condições de sombra; a largura varia de 4 a 20 cm (Figura 12). Quanto à disposição, elas são opostas, pois se inserem em nós opostos do caule.

Nos ramos laterais (plagiotrópicos), elas são alternas dísticas, ocorrendo em nós diferentes, mas no mesmo eixo em torno do caule (Figura 13) (USECHE; ARDILA, 2004).

Figura 12. Morfologia das folhas do cacaueiro. Foto: Adonias de Castro (Ceplac).

Figura 13. Folhas opostas alternas dísticas nos ramos plagiotrópicos. Foto: Adonias de Castro (Ceplac).

Nos ramos verticais (ortotrópicos), as folhas são alternas espiraladas, apresentando disposição helicoidal em torno do caule (Figura 14). A disposição das folhas no caule obedece a sua filotaxia, a qual pode ser representada por uma fração, cujo numerador corresponde ao número de voltas completas que as folhas percorrem em torno do eixo do caule, até coincidir a posição da primeira folha com a da última folha (oitava); o denominador se refere ao número de folhas encontradas neste percurso (FERRI, 1971). No caso do cacaueiro, a filotaxia do ramo ortotrópico ou chupão é de 3/8 (USECHE; ARDILA, 2004).

Para se determinar a filotaxia, desenha-se um caracol no plano horizontal como se fosse circundando o caule e marca-se um raio a partir da folha número 1; o raio cruza as voltas helicoidais em torno do eixo do caule, até encontrar uma folha na mesma direção (RAWITSCHER, 1972). No caso do cacaueiro, representado na Figura 15, o raio parte da folha número 1 e vai circulando até a cruzar com a folha cuja posição se encontra na mesma direção, que neste caso é a folha número 8. Esta é a representação diagramática da filotaxia 3/8, indicando que foram realizadas três voltas em torno do caule e computadas 8 folhas no percurso.

Figura 14. Folhas alternas espiraladas em forma helicoidal nos ramos ortotrópicos. Foto: Adonias de Castro (Ceplac).

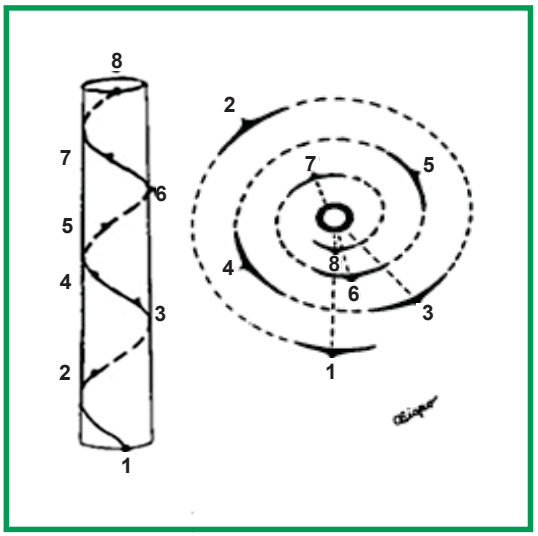


Figura 15. Diagrama da filotaxia 3/8 das folhas do cacaueiro em ramos ortotrópicos. Desenho: Antônio Bispo (Ceplac).

As folhas novas do cacaueiro são tenras e têm uma coloração variando do róseo ao bronze-esverdeado ou verde-amarelado (Figura 16), tornando-se rígidas com coloração verde-claro ou verde-escuro, quando maduras (Figura 17). Por sua vez, os cacaueiros das variedades Catongo, Almeida e Mocorongo apresentam folhas de coloração esbranquiçada, as quais ficam verdes posteriormente. A coloração depende do conteúdo de antocianina, pigmento que tem como principal função a proteção das folhas contra os raios solares (BRAUDEAU, 1970).

Figura 16. Folhas jovens do cacaueiro. Foto: Adonias de Castro (Ceplac).

Figura 17. Folhas maduras do cacaueiro. Foto: Adonias de Castro (Ceplac).

As folhas situadas no interior da copa são de tamanho maior do que aquelas situadas mais externamente e mais expostas à luz (HARDY (1961). Cacaueiros cultivados sob condições de sombra intensa e, portanto, com baixa intensidade luminosa, apresentam folhas de tamanho maior, para incrementar a área de absorção de luz e melhorar a taxa fotossintética (PASTORELLI et al., 2006).

A duração de uma folha de cacau varia de acordo com a sua posição na planta, irradiação recebida e concorrência com as folhas mais jovens. Em geral, a longevidade decresce com a altura da folha na planta em relação ao solo. Em cacaueiros da variedade Catongo com sete anos de idade, plantados no espaçamento de 3,0 m x 3,0 m, foi registrada uma longevidade média de 180 dias para folhas situadas no topo, dentro do dossel, à altura de 2,20 m do solo. Folhas localizadas à altura de até 1,50 m do solo, apresentaram uma longevidade média de 360 dias.

Muller (1994) observou que folhas de plântulas de seis meses de idade, cultivadas em câmara climática sob fraca intensidade luminosa (50 µmol fótons/m^2 s), permaneceram em média 480 dias, enquanto que as folhas desenvolvidas sob forte irradiância (250 µmol fótons/m^2 s) tiveram duração de 250 dias, caindo logo após.

Após atingir plena atividade, as folhas passam à senescência meses depois, perdendo a pigmentação, quando se forma a camada de abscisão na axila foliar e caem (ALVIM, 1977).

Apesar de o cacaueiro ser uma espécie perenifólia, ele apresenta pelo menos dois picos de lançamento de folhas, visando repor às perdas causadas pelo estresse hídrico e/ou alta intensidade luminosa (MULLER; BIHEL, 1994). Em cacaueiros adultos, o autossombreamento reduz o estresse causado pelo excesso de luz sobre as folhas.

Cacaueiros jovens emitem lançamentos foliares em intervalos de aproximadamente dois meses (ALVIM, 1977). Na fase adulta, os cacaueiros alternam

períodos com dois a três fluxos de lançamentos foliares intensos, seguidos por uma fase de repouso de 3 a 4 meses, apresentando fluxos irrelevantes (ALVIM, 1984). Na Bahia, os picos de lançamento ocorrem no período entre setembro e outubro, e fevereiro a março (SANTOS et al., 2020). Na Amazônia, há um pico de lançamento que acontece entre setembro e outubro.

A parte do pecíolo presa à folha é mais achatada, formando uma gema axilar de onde brotarão as almofadas florais. Na parte do pecíolo presa ao limbo foliar existe uma estrutura anatômica engrossada, denominada de pulvino (Figuras 18 e 19), que orienta a folha em direção à luz.

O pulvino promove movimentos rápidos ou lentos da folha, em resposta a estímulos externos (exógenos) ou internos (endógenos) da planta. A sua função é facilitar os movimentos que independem do crescimento, notadamente a nictinastia, que é um fenômeno observado na passagem do dia para a noite e vice-versa, quando a luz e a temperatura variam, provocando a curvatura do eixo da folha, permitindo-lhe alcançar diferentes posições (BARROS, 1981).

As folhas realizam a fotossíntese produzindo os fotoassimilados necessários à nutrição dos órgãos da planta. Existe uma relação entre o número de folhas do cacaueiro e a produção de frutos, sendo isso associado a quantidade de fotoassimilados necessária para atender ao dreno causado pela frutificação. De acordo com Pastorelli et al. (2016), para cada fruto produzido são necessárias 10 a12 folhas desenvolvidas para atender às exigências em fotoassimilados.

Figura 18. Folhas alternas espiraladas com limbo, pulvino, pecíolo e bainha.
Foto: Adonias de Castro (Ceplac).

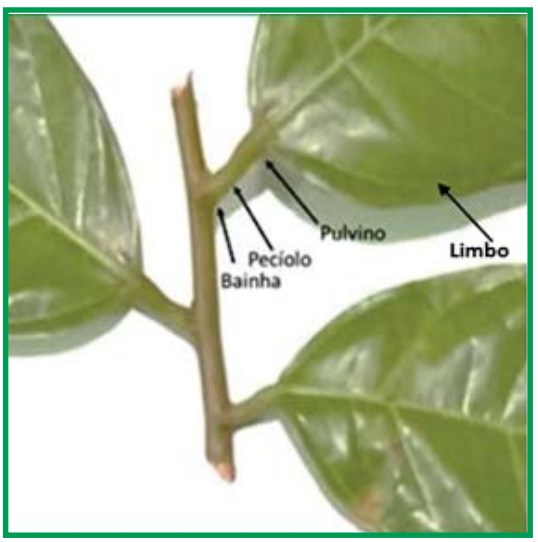


Figura 19. Folhas do cacaueiro exibindo limbo, pulvino, pecíolo e bainha.
Foto: Adonias de Castro (Ceplac).

3.4. Flor

As flores do cacaueiro se formam nas axilas das folhas, em inflorescências localizadas no tronco ou nos ramos lenhosos, nas chamadas almofadas florais minúsculas, reunidas em grupos, onde aparecem como pequeninos botões verdes ou brancos, que ganham a maturidade e se abrem em 28 dias para formar frutos.

Nos cacaueiros jovens, as flores são produzidas principalmente no tronco, enquanto nas plantas adultas, as flores são distribuídas no tronco e nos ramos, sendo em maior quantidade nos ramos que apresentam maior diâmetro.

3.4.1. Biologia floral do cacaueiro

A floração do cacaueiro inicia, em geral, depois de três anos após o plantio, no caso dos cacaueiros híbridos interclonais, enquanto os clones são mais precoces e floram entre os 14 e 18 meses. Entretanto, em anos mais recentes, se tem observado clones que florescem com idade entre 6 a 9 meses de campo, sendo, portanto, muito precoces.

O cacaueiro floresce durante todo o ano, sendo este processo influenciado, principalmente, pela temperatura e umidade do solo. Na Bahia, as flores que asseguram os frutos da safra temporã, são fecundadas principalmente no pico de floração que ocorre entre outubro e novembro do ano anterior. No pico de floração que ocorre entre os meses de abril e maio ocorre a mior parte da fecundação das flores que proporcionarão os frutos da safra principal, colhida de outubro a dezembro subsequente (ALVIM, 1977; SANTOS et al., 2020).

Na Amazônia, o florescimento mais intenso ocorre duas vezes por ano, sendo que na maior parte da região, a floração é distribuída no período entre dezembro e abril. Para que se obtenha uma boa bilração é necessário que haja presença abundante de polinizadores, no período de intensa floração.

Um cacaueiro adulto pode produzir mais de 50.000 flores por ano, das quais, menos de 5% são polinizadas e somente 0,5 % a 2% resultam em frutos. A abertura da flor começa no final da tarde e termina antes do amanhecer. Nas primeiras 8 a 10 horas após a emergência, a flor não polinizada cai, sendo que esse aborto ocorrerá normalmente nas primeiras 24 a 48 horas subsequentes (ALVIM, 1984).

A polinização do cacaueiro é feita com o auxílio de moscas das espécies *Forcipomya sp.,* além de pulgões e da formiga caçarema. O vento pode contribuir para a polinização; também pode-se fazer sopramento com uso de atomizadores (NAKAYAMA, 2022).

3.4.2. Morfologia floral do cacaueiro

i) O cacaueiro é uma planta autógama que possui flores hermafroditas, apresentando os sexos masculino e feminino na mesma flor. O órgão feminino é constituído de um estigma, formado por estilete (Figura 20a) e ovário. O órgão masculino é constituído por cinco estames (Figura 20b) que são formados por filete e antera, onde se localizam os grãos de pólen (Figura 20b). Os estaminoides são estames modificados, sem a função de produzir pólen (Figura 20c) (USECHE; ARDILA, 2004).

ii) A flor possui cinco pétalas separadas (dialipétalas), que são muito estreitas na base, onde se encontra a lígula e também se posiciona a cogula (Figura 20d); a pétala apresenta um limbo que é mais largo e tem formato côncavo (Figura 20e), possui coloração amarelada e é orientado para o exterior da flor. Elas são alternadas por cinco sépalas (Figura 20f) de cor branca, branca esverdeada ou rósea, soldadas em sua base (gamossépala). A flor é branca e inodora, tem tamanho variando de 1-2 cm, sendo sustentada por um pedicelo de 1-3 cm (BRAUDEAU, 1970; SÁNCHEZ et al., 2017).

iii) O ovário é súpero (situado acima do ponto de inserção das sépalas e pétalas) e contém cinco cavidades, onde cada uma apresenta de seis a dez óvulos, dispostos ao redor de um eixo central. O estilete é tubular (Figura 20a), apresentando o estigma na extremidade.

iv) No androceu, órgão masculino da flor, os cinco estames se alternam com cinco estaminoides estéreis (Figura 20c), sendo ambos soldados na base para formar um tubo muito curto. Os estaminoides de cor pardo violáceo, se erguem ao redor do estilete (Figuras 20a e 21), enquanto os estames se recurvam em direção ao exterior (Figuras 20b e 21), voltando-se para as pétalas que estão em sentido oposto (Figuras 20d, 20e, e 21). Nessa posição contrária, se encontram as anteras, alojadas no interior das cogulas (Figura 20d) em cada uma das pétalas. A fusão

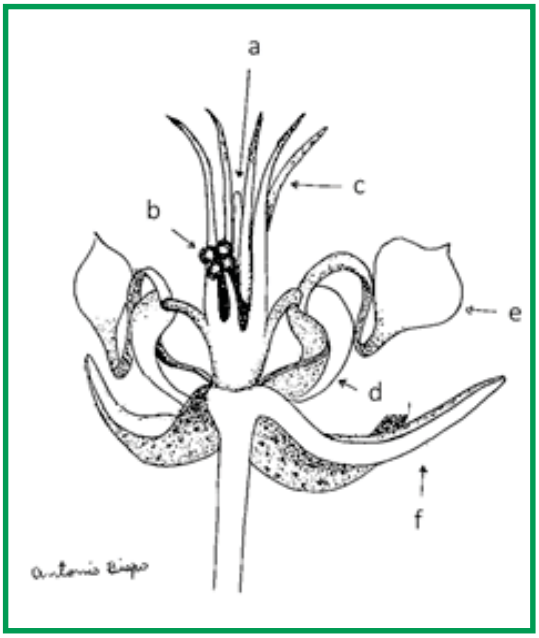


Figura 20. Esquema de uma flor de cacau (*Theobroma cacao* L). a) Estilete; b) Estame; c) Estaminoide; d) Cogula; e) Limbo; d + e) Pétala; f) Sépala.
Fontes: N. Halle (Flore du Gabon, 1961), extraído de Braudeau (1970).
Desenho: Antônio Bispo (Ceplac).

de dois estames dá origem a um estame dobrado, enquanto as anteras são mantidas com quatro sacos polínicos (Figura 20b) (BRAUDEAU, 1970).

v) Os órgãos reprodutivos são separados por barreiras físicas, sendo a parte masculina, as anteras, isoladas por pétalas côncavas, as cogulas, e a parte feminina, os estigmas, protegidos por um círculo com cinco estaminoides (CUATRECASAS, 1964). Essas proteções dificultam a polinização natural, requerendo a participação de outros agentes para fazer a polinização (VELLO; NASCIMENTO, 1966).

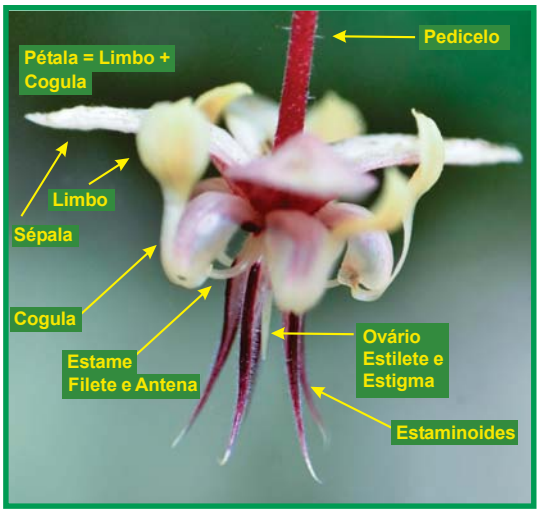


Figura 21. Flor do cacaueiro com detalhes dos órgãos masculino e feminino.
Figura : Gildefran Dímpino (Ceplac).

3.5. Fruto

O fruto do cacaueiro é carnoso, do tipo baga indeiscente (não se abre para liberar as sementes) com variado número de sementes, apresenta formato oblongo (ovalado) ou elíptico e é produzido tanto no caule como nos ramos (FERRI, 1971). Na parte interna dos frutos se encontram as sementes que são dispostas em fileiras, em torno de um eixo central fixado na base, o qual se estende até o ápice do fruto, denominado de placenta (Figura 22) (BRAUDEAU, 1970) e popularmente conhecido como cibirra. O fruto possui entre 20 e 60 sementes, a depender do número de ovários fecundados, sendo que a quantidade e o peso são indicativos do rendimento. As sementes são facilmente removidas do fruto.

O fruto se sustenta na planta através de um pedicelo lenhoso, o pedúnculo, formado a partir do pedicelo da flor. O fruto é envolto por uma casca dura formada pelo pericarpo, que resulta do desenvolvimento da parede do ovário, após a fecundação. A casca do fruto é

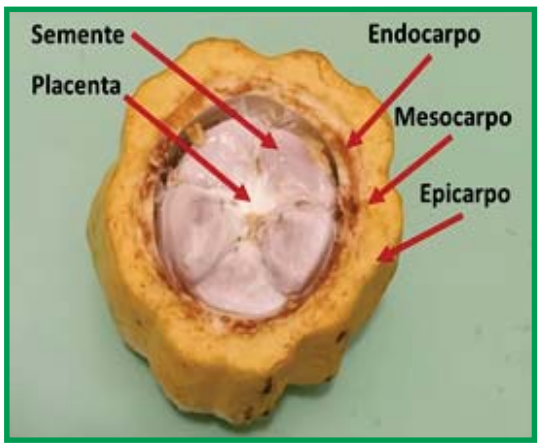


Figura 22. Fruto do cacaueiro exibindo a casca e as sementes dispostas em torno da placenta.
Foto: Adonias de Castro (Ceplac).

constituída das seguintes partes: i) o epicarpo, camada mais externa, formada apenas pelo tecido epidérmico carnoso e espesso com pigmentação que varia do verde ao roxo e do amarelo ao laranja; ii) um mesocarpo duro, formado por tecido lenhoso que dá rigidez a casca, sendo mais duro no grupo Forasteiro e menos rígido no grupo Criollo; iii) o endocarpo tecido mais interno, carnudo e macio, que protege as sementes (Figura 22), (HARDY, 1961).

A casca do cacau pode ser lisa ou rugosa, apresentar sulcos profundos ou rasos. O tamanho, forma, rugosidade, profundidade dos sulcos e cor do fruto variam consideravelmente (Figura 23), (IICA, 2017).

Os frutos se prendem no tronco e ramos da planta, ficando ao alcance do colhedor; alguns apresentam 30 cm de comprimento, enquanto outros têm 10 cm. A forma do fruto varia de ovalada a esférica, a base pode ser larga ou estreita, enquanto a extremidade pode ser pontiaguda ou achatada (HARDY, 1961).

Os frutos mudam de coloração quando estão maduros, sendo que em algumas variedades, eles amadurecem com a cor amarelo e em outras exibem a cor vermelho ou laranja (BRADEAU, 1970).

Figura 23. Frutos do cacaueiro em formatos, colorações, tamanhos e textura de casca diversos. Foto: IICA (2017).

3.5.1. Início da frutificação dos cacaueiros

Os cacaueiros propagados através de sementes têm a frutificação iniciada em cerca de três anos e estabilizam a produção a partir dos oito anos, mantendo produtividade economicamente aceitável a até, pelo menos, 30 anos. Os cacaueiros propagados por via assexuada (propagação vegetativa) são mais precoces, passando a produzir aos 18 meses após o plantio. Com 36 meses chega-se a alcançar produtividade superior a 900 kg de amêndoas secas/ha.

3.5.2. Tempo entre a fecundação e a colheita do fruto

O tempo que decorre entre a fecundação da flor e a maturação do fruto varia entre 140 e 205 dias, a depender da origem genética e do clima, principalmente quanto a temperatura. O tempo médio entre a formação do fruto e a colheita é de 167 dias, sendo que sob condições de maior temperatura e umidade no solo é de 140 a 175 dias, enquanto, em meses mais frios, são necessários 170 a 205 dias (Alvim, 1977).

Na região cacaueira da Bahia a colheita de frutos, como citado, ocorre nas safra temporã (março a setembro) e principal (outubro a dezembro). Em alguns clones, quando bem manejados, a colheita ocorre durante o ano todo, sem intervalos. Na Amazônia, os frutos do cacaueiro amadurecem em duas épocas do ano, mas se obtém maior volume de produção de abril a setembro. Deve-se enfatizar que, independentemente da região, esses picos são influenciados pelas condições climáticas.

3.5.3. Características dos frutos

Os frutos podem ser diferenciados de acordo com as seguintes características:

i) Cor: antes de amadurecer, os frutos podem ter a coloração verde, característica da variedade Forasteiro, ou roxa, característica dos Criollos ou Trinitários. Os frutos verdes passam a amarelados quando maduros, enquanto os de coloração roxo-violeta passam a alaranjados. Em alguns casos, o fruto mantém a pigmentação da fase imatura até a maturação como é o caso do clone ICS 95, plantado na Colômbia e Peru, por ser resistente a monilíase.

ii) Tamanho: os frutos podem ter comprimento variando entre 10 e 30 cm, apresentando média entre 12 e 15 cm e largura entre 7 e 9 cm.

iii) Forma: esta característica é influenciada pela relação entre o comprimento e a largura do fruto, além do formato na extremidade. Com referência a forma podem-se definir:

a.1) extremo apical pontiagudo;
a.2) extremo apical pontiagudo em forma de pescoço de garrafa;
a.3) extremo apical achatado;

b.1) extremo basal acuminado;
b.2) extremo basal acuminado em forma pescoço de garrafa;
b.3) extremo basal achatado;

c.1) formato esférico - ex. Calabacillo, como denominado nos outros países latinos e como ocorre nos Forasteiros da variedade Pará, no Brasil.
c.2) formato alongado e pontiagudo - ex. Cundeamor e Angoleta como nos outros países latinos;
c.3) formato oval e regular - ex. amelonado nos outros países latinos e nos frutos produzidos em Gana e Costa do Marfim.

iv) Tipo de superfície da casca:
d.1) casca lisa;
d.2) casca pouco rugosa;
d.3) casca rugosa.

v) Número e profundidade dos sulcos: os frutos podem apresentar entre 5 a 10 sulcos marcados entre o ápice e a base, podendo ser bem profundos como no caso do tipo Criollo ou serem rasos como percebido em certos Forasteiros.

vi) Tamanho do pericarpo: o pericarpo pode ser representado por uma superfície rugosa, como na maioria dos Criollos, em vários casos de Trinitários, assim como no clone CCN 51; ou superfície mais ou menos lisa, a exemplo do Pará e Parazinho.

vii) Número de sementes por fruto: refere-se ao número de sementes encontradas no fruto partido, podendo ter 33 sementes no cacau tipo comum a até 45 sementes no clones autocompatíveis.

v) Peso das sementes: trata-se do peso de cada semente após partir o fruto, podendo ser, em média, de 1 grama no cacau comum e 1,4 g ou mais em alguns clones autocompatíveis, como SJ 02, PH 16 e PS 13.19.

vi) Índice de frutos: refere-se ao número de frutos necessários para produzir 1 kg de amêndoas secas; no cacaueiro Forasteiro esse índice é de 20 a 25 frutos/kg de amêndoas secas. Nos cacaueiros comuns da Bahia são necessários 40 frutos/kg de amêndoas secas; no cacaueiro híbrido são 30 frutos por kg. Entre os clones de cacau cultivados na região sudeste da Bahia, esse rendimento varia de 20 frutos/kg no clone PS 13.19 a 13 frutos/kg no clone CCN 51.

As Figuras de 24 a 27 apresentam formatos de frutos de cacaueiros de acordo com a caracterização feita nos demais países da América, onde os frutos são enquadrados nos seguintes grupos: **i)** Callabacilo; **ii)** Amelonado; **iii)** Angoleta; e **iv)** Cundeamor.

Figura 24. Callabacilo: fruto arredondado, largura acentuada, superfície lisa e sulcos leves.

Figura 25. Amelonado: fruto oval, mais largo que o Angoleta e o Cundeamor, extremidade arredondada, superfície lisa ou pouco rugosa, e sulcos pouco marcados.

Figura 26. Angoleta: fruto alongado e pontiagudo, amplo na base, sulcos profundos e superfície rugosa.

Figura 27. Cundeamor: fruto oval e pontiagudo na extremidade, base estreita, sulcos profundos e superfície rugosa.

A seguir são apresentados tipos variados de frutos com relação ao formato, cor, profundidade do sulco, aspecto da base e da extremidade (Figuras de 28 a 54).

Figura 28. Fruto verde quando em desenvolvimento, formato achatado, sulcos rasos, casca lisa, extremo basal e apical achatados.

Figura 29. Cacau Comum, variedade Pará, fruto amarelo, formato achatado, extremos apical e basal achatados, casca lisa, sulcos rasos.

Figura 30. Cacau Comum, var. Pará, fruto verde imaturo e amarelo a laranja quando maduro, esférico, casca lisa, extremos achatados sulcos rasos.

Figura 31. Cacau Comum, var. Pará, fruto roxo em desenvolvimento e alaranjado quando maduro, formato oval a arredondado, sulcos rasos e casca lisa. Extremos apical e basal achatados.

Figura 32. Cacau Comum, var. Maranhão, fruto verde (imaturo) e amarelo (maduro), alongado, elíptico, casca lisa, extremo apical pontiagudo e basal acuminado como pescoço de garrafa, sulcos profundos e casca pouco rugosa.

Figura 33. Cacau Trinitário (híbrido, Scavina 6 x ICS 8), fruto verde quando imaturo e amarelo ao amadurecer; formato alongado, extremo apical pontiagudo e basal achatado; casca rugosa, sulcos pouco profundos.

Figura 34. Cacau Trinitário (Scavina 6 x (ICS 6 x Criollo), fruto verde arroxeado quando imaturo e amarelo ao amadurecer; formato alongado, extremo apical pontiagudo como pescoço de garrafa e basal achatado; casca rugosa, sulcos profundos.

Figura 35. Cacau Trinitário (híb. Savina 12 x Criollo), fruto amarelo (maduro), formato alongado, extremo apical pontiagudo e basal achatado; casca pouco rugosa, sulcos pouco profundos.

Figura 36 CP 49 - fruto vermelho escuro-arroxeado com sulcos pouco profundo, casca lisa, formato oblongo-elíptico, extremo apical pontiagudo e basal achatado.

Figura 37. PS 13.19 - fruto imaturo cor vermelho-arroxeado, casca lisa, formato oval (oblongo), sulcos rasos, extremo apical pouco pontiagudo e basal achatado.

Figura 38. PS 13.19 - fruto maduro, cor vermelho-laranja, casca lisa, formato oval (oblongo), sulcos rasos, extremo apical pontiagudo, extremo basal achatado.

Figura 39. PH 16 - fruto verde quando imaturo, sulcos rasos, casca lisa a pouco rugosa, formato oval (oblongo), extremos apical e basal achatados.

Figura 40. PH 16 - fruto vermelho alaranjado quando maduro, sulcos rasos, casca lisa a pouco rugosa, formato oval (oblongo), extremos apical e basal achatados.

Figura 41. CCN 51 - fruto de cor vermelho-violeta quando verde, casca rugosa, formato alongado oblongo, sulcos profundos extremo apical pouco pontiagudo e basal achatado.

Figura 42. CCN 51 - fruto maduro, vermelho-violeta claro, casca rugosa, formato alongado oblongo, sulcos profundos cor vermelho a amarelado, extremo apical pouco pontiagudo e basal achatado.

Figura 43. CCN 10 -formato oval (oblongo-elíptico), casca rugosa, sulcos profundos, cor vermelho escuro a arroxeada quando imaturo, extremo apical pontiagudo e basal achatado como pescoço de garrafa.

Figura 44. CCN 10 - fruto formato oval (oblongo-elíptico), casca rugosa, sulcos profundos, cor vermelho alaranjado quando maduro, extremo apical pontiagudo e basal achatado como pescoço de garrafa.

Figura 45. Cepec 2002 - fruto verde quando imaturo, formato oval-arredondado (oblongo), casca lisa, sulcos pouco profundos, extremo basal achatado e apical pouco pontiagudo.

Figura 46. Cepec 2002 - fruto amarelado quando maduro, formato oval-arredondado (oblongo), casca lisa a pouco rugosa, sulcos rasos, extremo basal achatado e apical pouco pontiagudo.

Figura 47. BN 34 - fruto marrom-café a arroxeado com partes verde-arroxeado, sulcos pouco profundos, formato oblongo-elíptico, casca pouco rugosa, extremo apical pontiagudo e basal achatado.

Figura 48. BN 34 - fruto alaranjado ou vermelho-amarelado quando maduro, sulcos pouco profundos, formato oblongo-elíptico, casca rugosa, extremo apical pontiagudo e curvo, extremo basal achatado.

Figura 49. FA 13 - fruto verde claro quando imaturo, formato oval-oblongo, casca lisa, sulcos rasos, extremos apical e basal achatados.

Figura 50. FA 13 - fruto amarelo ovo quando maduro, formato oval-oblongo, casca lisa, sulcos rasos, extremos apical e basal achatados.

Figura 51. SJ 02 - fruto imaturo de cor arroxeado com faixa esverdeada no sulco, formato alongado oblongo, extremo apical pontiagudo, estreitando como pescoço de garrafa e basal achatado; casca lisa, sulcos profundos.

Figura 52. SJ 02 - fruto maduro, cor vermelho alaranjado, casca pouco rugosa, sulcos profundos, formato alongado oblongo, extremo apical pontiagudo, estreitando como pescoço de garrafa e basal achatado.

Figura 53. CP 2204 - fruto alongado, oblongo, cor vermelho arroxeado, sulcos pouco profundos, casca rugosa, extremo apical muito pontiagudo (pescoço de garrafa) e basal achatado.

Figura 54. CP 2176 - fruto alongado, oblongo, cor arroxeada-alaranjada quando maduro, sulcos profundos, casca pouco rugosa, extremo apical e basal achatados.

Fotos: Figura 28 - Useche; Ardila (2004); Figuras 29 a 35 - Hidelbrando Fernandes (Faz. Santo Antônio); Figura 36 - Arnaldo Santos (Ceplac); Figuras 37 e 38 - Cleube Santos (Ceplac); Figura 39 - Ricardo Castro (F. Duas Barras); Figura 40 - Laila Palma (Faz. N. Sra. de Belmonte). Figuras 41 a 44 - Milton Conceição (Ceplac); Figuras 45 e 46 - Jackson Prado (Ceplac); Figura 47 - Arnaldo Santos (Ceplac); Figuras 48 e 49 - Gideval Santos; Figura 50 - Laila Palma (Faz. N. Sra. de Belmonte); Figuras 51 e 52 - Milton Conceição (Ceplac); Figura 53 - Vandilson de Jesus (Faz. Batalha); Figura 54 - Gilson Assunção (Faz. Dois Irmãos).

3.6. Sementes e amêndoas

O cacaueiro pertence ao grupo das Angiospermas, cujos representantes possuem raiz, caule, folhas, flores, frutos e sementes. Neste grupo, as sementes são envolvidas por frutos, ao contrário das Gimnospermas, que possuem sementes nuas (RAWITSCHER, 1972).

As sementes são estruturas reprodutivas que contribuem para a propagação e dispersão das espécies vegetais. A semente resulta do óvulo fecundado e desenvolvido. Ela é constituída de tegumento, embrião e endosperma. O tegumento das sementes é formado a partir dos tegumentos do óvulo. Após a fecundação da oosfera pelo núcleo espermático, forma-se o zigoto que se divide e dá origem ao embrião, o qual é integrado pelas seguintes partes: caulículo, radícula, gêmula e cotilédones (FERRI, 1971;

GLÓRIA; GUERREIRO, 2006). No cacaueiro, o embrião consta de dois cotilédones que, juntamente com o tecido nutritivo, formarão a amêndoa.

A radícula dará origem a raiz e desenvolve-se em direção ao solo, apresentando um movimento denominado de geotropismo positivo; ela tem a função de absorver as substâncias minerais e fixar a planta no solo (Figura 45). O caulículo dá origem ao eixo hipocotiledonário, que é intermediário entre o caule e a raiz, o qual se projeta acima do solo, conduzindo os cotilédones (Figura 46). A gêmula constitui o broto terminal, localizado no caulículo acima da inserção dos cotilédones e dará origem a parte aérea da planta, constituída de caule, ramos, folhas e flores (POTSCH; POTSCH, 1972; GLÓRIA; GUERREIRO, 2006).

A semente do cacaueiro possui 2 a 3 cm e é envolta por uma polpa mucilaginosa de cor branca e sabor adocicado ou ácido, a qual tem origem na parte mais externa da casca. Com a retirada da polpa, se verifica a casca ou tegumento que é formado pela testa (camada externa) e tégmen (camada interna), que envolvem dois cotilédones e o embrião, o qual fica na parte mais achatada da semente. As sementes são dispostas em número de cinco em torno da placenta (Figuras 47 e 48) (BONDAR, 1938).

Figura 45. Crescimento da radícula com geotropismo positivo.
Foto: Arnaldo Santos (Ceplac).

Figura 46. Emergência do hipocótilo conduzindo os cotilédones.
Foto: Luís Carlos Souza (F. Primavera).

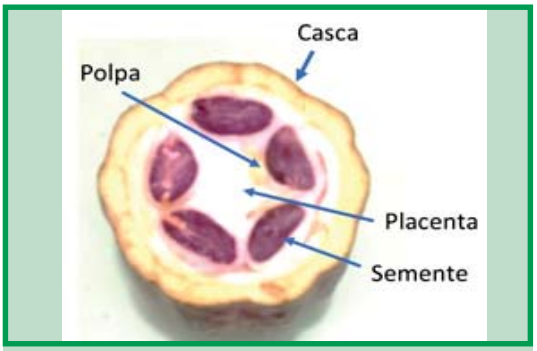


Figura 47. Fruto de cacau com as sementes.
Foto: Adonias de Castro (Ceplac).

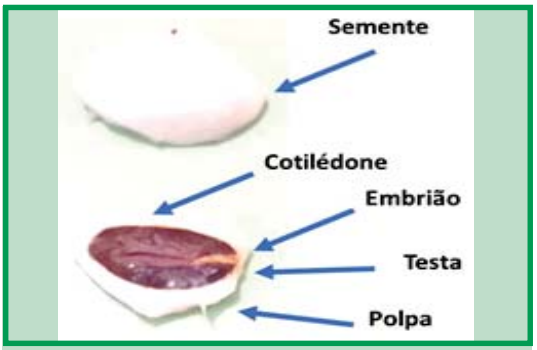


Figura 48. Semente de cacau.
Foto: Adonias de Castro (Ceplac).

Durante a germinação, a casca tem o papel de proteger e regular a hidratação da semente no processo de embebição, enquanto os cotilédones se mantêm presos ao eixo hipocotiledonar, abaixo da gêmula (ponto vegetativo terminal), constituindo as primeiras folhas do embrião, tendo a função de armazenar e prover as substâncias nutritivas do endosperma, que serão consumidas durante a germinação (MARCOS FILHO, 2022).

No cacaueiro, as sementes são usadas para a propagação de novas plantas (Figura 49), enquanto o termo "amêndoas" é utilizado para denominar os cotilédones mortos, que são destinados à industrialização do cacau, após os processos de fermentação e secagem, ou seja, a amêndoa é a semente fermentada e seca (Figura 50). Trata-se, portanto, da parte mais valorizada do cacau e difere em forma, peso e tamanho, segundo a variedade. O peso da semente seca varia de 0,5 a 5,0 gramas (BARTLEY, 2005; MONTEIRO; AHNERT, 2012).

A cor das sementes varia do branco, como no tipo Criollo, ao violeta intenso como no Forasteiro, passando pelas tonalidades intermediárias conforme o conteúdo de antocianina, o que é típico dos híbridos Trinitários. O cacaueiro da variedade Criollo, quando autopolinizado ou cruzado com outro tipo Criollo, dá origem a cotilédones brancos; quando cruzado com Forasteiros ou Trinitários, dá origem a sementes com cotilédones de tonalidade violeta. O cacau Catongo é uma mutação do Forasteiro que apresenta cotilédones brancos (BONDAR, 1838; BRAUDEAU, 1970).

No cacau "Criollo", as sementes têm a testa (casca) fina e os cotilédones são brancos ou rosados com gosto adocicado ou pouco amargo. No cacau Forasteiro a testa (tegumento da semente) é grossa, os cotilédones apresentam cor violáceo-escuro e possuem gosto amargo (BONDAR, 1938). As amêndoas de cacau, após processadas, são comercializadas como “cacau *bulk*” ou “cacau fino” os quais são empregados para a fabricação de torta, manteiga e líquor (AIPC, 2022).

Figura 49. Sementes de cacau.
Foto: Raimundo Maramaçá (Ceplac).

Figura 50. Amêndoas de cacau.
Foto: Ivan Sousa (Ceplac).

3.6.1. Germinação das sementes

As sementes de cacau tornam-se aptas à germinação quando os frutos estão maduros, embora a sua maturidade fisiológica possa ser alcançada antes do estádio final de maturação do fruto, fase em que a polpa se encontra compacta e dura. Ao serem retiradas do fruto, as sementes devem ser mantidas em condições de umidade relativa elevada, pois elas são recalcitrantes e, portanto, muito sensíveis a dessecação, o que pode provocar perda rápida do poder germinativo, daí a necessidade de mantê-las em ambiente úmido (BRAUDEAU, 1970).

Ainda Segundo (BRAUDEAU, 1970), o cacaueiro apresenta germinação epígea, caracterizada pela emergência do hipocótilo[/1] conduzindo os cotilédones para fora do solo. O processo germinativo tem início com a embebição das sementes sob condições adequadas de ar, luz e temperatura. Nesta fase, os tecidos são hidratados, dando início a respiração, dissolução e digestão das substâncias nutritivas do embrião, como carboidratos, proteínas e lipídios; seguem-se a ativação de enzimas, aumento da respiração das células e síntese de substâncias como sacarose, aminoácidos e compostos fosfatados.

Com a transformação das reservas digeridas em novas células, os tecidos desenvolvem-se ocorrendo o crescimento da radícula[/2] em direção ao solo, cerca de quatro a seis dias após a semeadura, assim como o crescimento do hipocótilo que emerge cerca de 5 a 7 cm da superfície do solo, promovendo a elevação dos cotilédones (Figura 51) (MARCOS FILHO, 2022).

A princípio, os cotilédones se apresentam envoltos pelo tegumento da semente, mas se desvinculam do mesmo, ao abrirem-se. Com a exposição à luz, os cotilédones e o hipocótilo vão enverdecendo pouco a pouco; o caulículo desenvolve-se e, cerca

Figura 51. Crescimento do hipocótilo e aparecimento das primeiras folhas. Foto: Luís Carlos Souza - Fazenda Primavera.

Figura 52. Desenvolvimento da plântula. Foto: Luís Carlos Souza - Fazenda Primavera.

[1/] **Hipocótilo** é a porção do eixo embrionário que fica entre o nó cotiledonar e a radícula.
[2/] **Radícula** é a parte do embrião da semente que dá origem à raiz primária.

de 15 dias após o início da germinação, aparecem as primeiras folhas (Figura 51), que também se desenvolvem, consolidando a fase inicial de desenvolvimento da plântula (Figura 52) (BRAUDEAU, 1970).

3.6.2. Conservação das Sementes

Os principais fatores que afetam a viabilidade das sementes de cacau são a temperatura e a umidade. Para uma boa conservação das sementes deve-se mantê-las em ambiente com temperatura entre 18 °C e 30 °C. Temperatura muito baixa, a exemplo de 4 °C por 20 minutos, inibe em definitivo a germinação da semente. A umidade relativa do ar deve se manter elevada, próximo de 100%, a fim de manter a umidade no interior da semente em 25% do seu peso fresco. Deve-se também evitar a presença de fungos para não comprometer a germinação das sementes (BRAUDEAU, 1970).

4. VARIEDADES CULTIVADAS DE CACAU

4.1. Cacau Criollo

Este grupo reúne os cacaueiros que possuem as mesmas características dos antigos Criollos venezuelanos, antigamente cultivados no México, Venezuela, Colômbia e alguns países da América Central. É um cacau que possui cotilédones brancos, sabor doce e aroma agradável, dando um produto de qualidade superior, conhecido comercialmente como "cacau-fino" (Figuras 53 e 54) (BRAUDEAU, 1970).

4.1.1. Características do cacau Criollo (BONDAR, 1938; BRAUDEAU, 1970).

i) Estaminoides de coloração clara.

Figura 53. Frutos de cacau Criollo. Foto: Eimar Rosa (Grupo M. Libânio).

Figura 54. Sementes de cacau Criollo. Foto: Eimar Rosa (Grupo M. Libânio).

ii) Frutos de cor roxo a verde antes da maturação, e amarelo a alaranjado quando maduros; formato geralmente alongado com uma ponta muito acentuada no extremo inferior, presença de dez sulcos profundos iguais ou às vezes repartidos em dois grupos de cinco, um dos quais menos acentuado.

iii) Pericarpo fino, geralmente muito rugoso, mesocarpo fino e pouco lignificado, sendo fácil de cortar.

iv) Cotilédones de cor branca ou ligeiramente rosados quando frescos e castanho-escuro quando secos.

v) Amêndoas grandes e arredondadas com peso médio de 1 grama, após fermentadas e secas.

vi) É possível encontrar variabilidade no cacau Criollo. Em algumas situações se encontram com extremo arredondado e casca lisa.

4.2. Cacau Forasteiro

Este grupo compreende os cacaueiros originários do Alto Amazonas, que foram depois dispersados através da bacia amazônica. Trata-se do cacau plantado prevalentemente nos estados da Bahia, Pará, Espírito Santo, Rondônia, Amazonas, Mato Grosso, São Paulo e nas regiões semiáridas do Brasil. É tipicamente o cacau fomentado na costa oeste da África, também plantado no Equador, onde é conhecido como "Cacau Nacional" e se constitui no material genético de numerosos cultivares plantados nos diferentes países da América Central e norte da América do Sul (BRAUDEAU, 1970).

Os Forasteiros Amazônicos são responsáveis por 80 % da produção mundial de cacau. O cacau é conhecido no mercado como o tipo padrão, empregado como "cacau *bulk*", de sabor ácido, exceto na variedade Maranhão que é muito doce. Os tipos de cacau "Parazinho" e "Comum" são considerados de baixo valor comercial para as indústrias chocolateiras por apresentarem sementes pequenas; contudo, apresentam sabor muito apreciado pelos consumidores.

Existem ainda os tipos de cacau "Catongo" e "Almeida", variedades cultivadas na região cacaueira da Bahia, as quais foram oriundas de mutações ocorridas em cacaueiros do tipo Forasteiro e se caracterizam por apresentar sementes brancas.

4.2.1. Características do cacau Forasteiro (BONDAR, 1938; BRAUDEAU, 1970).

i) Estaminoides pigmentados de coloração violeta.

ii) Frutos de coloração verde, quando em desenvolvimento, e amarelos quando maduros.

iii) Os frutos variam de formato arredondado (Pará e Parazinho) ao amelonado (Maranhão e Comum). Normalmente os frutos são pequenos, a exceção do Maranhão.

iv) A casca é lisa e os sulcos podem ser profundos ou pouco profundos. O pericarpo é espesso e difícil de cortar, porque o mesocarpo é muito lignificado.

v) As sementes são ovoides e quando submetidas a corte transversal, apresentam forma achatada; os cotilédones frescos têm a cor violeta e quando as sementes são fermentadas e secas, têm coloração marrom escuro.

vi) O peso médio da amêndoa seca fica abaixo de 0,9 grama, exceto na variedade Maranhão que tem o peso médio entre 0,9 e 1,0 grama.

4.2.2. Variedades de cacaueiros cultivados na Bahia

4.2.2.1. Variedades Pará

O cacau da variedade Pará possui frutos com forma arredondada (oval) tamanho pequeno, amêndoas pequenas e cor violeta das sementes. A casca é lisa, sulcos rasos e em número médio de dez, apresenta cor verde quando em fruto imaturo e amarelo quando maduro (Figura 55).

Subvariedades do cacau Pará: (casca fina) e Maracujá (casca grossa).

Figura 55. Fruto de cacau variedade Pará.
Foto: Eimar Rosa (Grupo M. Libânio).

4.2.2.2. Variedade Parazinho

O cacau da variedade Parazinho (Figura 56) possui frutos com forma arredondada, porém de tamanho pequeno e com sementes pequenas de peso inferior a 1,0 grama. A indústria chocolateira exige peso mínimo de 0,9 g/ semente. O Parazinho é muito suscetível a podridão parda e a vassoura de bruxa.

Figura 56. Fruto de cacau var. Parazinho.
Foto: Hidelbrando Fernandes (Faz. Sto Antônio).

4.2.2.3. Variedade Maranhão

O cacau Maranhão apresenta frutos alongados de forma amelonada, sulcos profundos, casca grossa, parte apical pontiaguda e com estrangulamento basal, cor verde (imaturos) e amarelo (maduros). As sementes possuem tamanho médio e coloração violeta (Figura 57).

Figura 57. Fruto de cacau var. Maranhão. Foto: Eimar Rosa (Grupo M. Libânio).

Os Forasteiros da Costa Oeste da África apresentam frutos típicos de amelonados com a base ligeiramente estrangulada em forma de pescoço de garrafa, tamanho médio, casca lisa, cor verde quando imaturos e amarelos quando maduros, grãos de tamanho médio e sementes de cor violeta.

O cacau Nacional do Equador, também conhecido como cacau Arriba, tem boa reputação de qualidade no mercado, sendo utilizado na produção de cacau fino, apresenta frutos de tamanho grande cor verde (imaturo) e amarelo (maduro), formato oval amelonado com ligeiro estrangulamento na base. O pericarpo é espesso, os sulcos são profundos e a casca é bastante rugosa. As sementes são de cor violeta mais claro do que os demais Forasteiros.

4.3. Cacau Trinitário

Este grupo é resultante da hibridação ocorrida entre Forasteiros e Criollos, bastante cultivados em Trinidad e na Venezuela. No século XVI, os espanhóis estabeleceram as primeiras plantações de Criollos, sendo as mesmas afetadas seriamente por um ciclone ocorrido em 1727, o qual também arrasou os plantios da Jamaica e Martinica.

Outra tese é que as plantações de Criollos foram devastadas pela doença vassoura de bruxa (*Moniliophthora perniciosa*), em meados do século XVIII (CHEESMAN, 1944).

Após a perda de grande parte das plantações, novos plantios foram estabelecidos nessas regiões, a partir de sementes oriundas da Venezuela e das bacias do rio Orenoco, situadas na Venezuela e Colômbia, onde havia cacaueiros pertencentes ao grupo Forasteiros Amazônicos. Desse modo, as novas áreas foram formadas por Criollos Antigos e Forasteiros Amazônicos, uma vez que os Forasteiros foram interplantados em áreas onde havia remanescentes de Criollos; isso possibilitou a ocorrência de numerosas hibridações, dando origem aos cacaueiros Trinitários (CHEESMAN, 1944).

Estes tipos de cacaueiros são intercompatíveis, o que lhes possibilita gerar híbridos vigorosos e férteis de maneira natural, sem que tenham encontrado nenhuma barreira genética (BRADEAU, 1970).

Os caracteres apreciáveis com referência ao sabor e a qualidade dos Trinitários motivaram a sua introdução na Venezuela, em 1852, visando à formação de novos plantios. A partir daí fez-se a dispersão para outras regiões, sendo mantido o nome de "Trinitários", em homenagem a região onde eles surgiram, a partir das hibridações.

Os descendentes de Trinitário apresentam caracteres botânicos intermediários entre Forasteiros Amazônicos e Criollos.

4.3.1. Características do cacau Trinitário

i) As sementes frescas possuem coloração branca a roxa e as amêndoas fermentadas e secas são castanho-claro e marrom-escuro.

ii) Quando propagados vegetativamente, seus clones produzem sementes com coloração variando do amarelo pálido ao roxo-escuro.

iii) O produto comercial é intermediário, sendo classificado com o nome de Forasteiro fino ou semi fino. Os principais países produtores de Trinitários são: Ilha de Trinidad, México, Costa Rica, Venezuela, Equador e Colômbia.

Frutos de coloração verde ou roxa, quando em desenvolvimento, e amarelos ou alaranjados quando maduros (Figuras 58 e 59).

Figura 58. Fruto de cacau Trinitário. Foto: Eimar Rosa (Grupo M. Libânio).

Figura 59. Sementes de cacau Trinitário. Foto: Eimar Rosa (Grupo M. Libânio).

5. REFERÊNCIAS

ALMEIDA, C. M. V. C.; MACHADO, P. F. R.; BARRIGA, J. P.; SILVA F. C. O. **Coleta de cacau (*Theobroma cacao* L.) da Amazônia brasileira: uma abordagem histórica e analítica.** Porto Velho, RO: Ceplac/Supoc, 1995. 83 p.

ALMEIDA, C. M. V. C.; ALMEIDA, C. F. G. Coleta de cacau silvestre no Estado de Rondônia. **Revista Theobroma,** Ilhéus, BA:Ceplac/Cepec, 17, 65-92, 1987.

ALMEIDA, C. M. V. C.; BARRIGA, J. P.; MACHADO, P. F. R.; BARTLEY, B. G. D. Evolução do programa de conservação dos recursos genéticos de cacau na Amazônia brasileira. **Boletim Técnico**, Belém: Ceplac. n. 5, 1987. 108 p.

ALVERSON, W. S.; WHITLOCK, B. A.; NYFFELER, R.; BAYER, C.; BAUM, D.A. Filogenia del núcleo de Malvales: evidencia de datos de secuencia ndhF. **American Journal of Botany,** Columbus, Ohio, USA: Botanical Society of America, 86 (10), 1474-1486, 1999.

ALVIM, P. de T. Relações entre fatores climáticos e produção do cacaueiro. In: CONFERENCIA INTERNATIONAL DE INVESTIGACIÓN EM CACAO, 10., Santo Domingo, 1987. **Actas [...]** Lagos, Nigéria: Cocoa Producers' Alliance, 1988. p.159-167.

ALVIM. P. de T. Flowering of cocoa. **Cocoa Growers Bulletin**., London, UK: Cadbury Bros, 35: 23-31, 1984.

ALVIM, P. de T. Cacao. In: **Ecophysiology of Tropical Crops.** Alvim, P. de T. & Kozloviski, T. T. (eds). New York: Academic Press, 1977. p. 279-313.

ASSOCIAÇÃO NACIONAL DAS INDÚSTRIAS PROCESSADORAS DECACAU (AIPC). **AIPC: apresentação institucional.** São Paulo: AIPC, 2022. 41 p.

BARRIGA, J. P.; MACHADO, P. F. R.; ALMEIDA, C. M. V. C. ALMEIDA, C. F. G. A preservação e utilização dos recursos genéticos de cacau na Amazônia Brasileira. In: Intl. COCOA RESEARCH CONFÉRENCE, 9 th. **Proceedings [...]** London: Cocoa Producers' Alliance, 1985. p. 73-79.

BARROS, N. OVIDIO. Cacao. **Manual de Asistencia Tecnica,** Bogotá, Colombia: ICA, 1981. 2186 p.

BARTLEY, B. G. D. **The genetic diversity of cacao and its utilization.** Wallingford: CABI Publinshing, 2005. 341 p.

BATISTA, L. **Guía Técnica el Cultivo de Cacao en la República Dominicana.** Santo Domingo: CEDAF, 2009. 250 p.

BIÓLOGO. **Lineu: o pai da taxonomia moderna.** Disponível em: https://biologo.com.br/bio/lineu/. Acesso em: Abr. 2022.

BONDAR, G. **A cultura de Cacao na Bahia.** Salvador: Instituto de Cacao da Bahia, 1938. São Paulo: Editora Revista dos Tribunais, 1938. 205 p.

BRAUDEAU, J. **El cacao: técnicas agrícolas y producciones tropicales.** Barcelona: Blume, 1970. 297 p.

CHEESMAN, E. E. Notes on the nomenclature, classification and possible relationships of cocoa populations. **Tropical Agriculture,** Trinidad, 21 (8), 144, 1944.

CUATRECASAS, J. Cacao and its allies: a taxonomic revision of the genus *Theobroma*. In: **Systematic Plant Studies,** Washington: U. S. National Museum, 35, part 6, p. 379-614, 1964.

DE LA CRUZ, M.; WHITKUS, R.; GÓMEZ-POMPA, A.; MOTA-BRAVO, L. Origins of cacao cultivation. **Nature**, London, v. 375, p. 542-543, 1995.

DIAS, L. A. S.; BARRIGA, J. P.; KAGEYAMA, P. Y.; ALMEIDA, C.M. V. C. Variation and its distribution in wild cacao populations from the Brazilian Amazon. **Brazilian Archives of Biology and Technology**, Curitiba, v. 46. n. 4, p. 507-514, 2003.

DIAS, L. A. S.; RESENDE, M. D. V. Estratégias e métodos de seleção. In: DIAS, L. A. S. (Ed). **Melhoramento genético do cacaueiro.** Viçosa, MG: FUNAPE/UFG, 2001. p. 81-127.

ENVOLVERDE JORNALISMO. **Bacia Amazônica é responsável por 4 a 5% das emissões de metano no mundo.** 2015. 1 p. Disponível em: https://envolverde.com.br/bacia-amazonica-e-responsavel-por-4-5-das-emissoes-de-metano-no-mundo/. Acesso em: Mar. 2021.

FARROW, J. **Chocolate: receitas doces e salgadas.** 2 ed. São Paulo: Manole, 2005.

FERRI, M. G. **Botânica: Morfologia Externa das Plantas (Organografia).** 8 ed. São Paulo: Melhoramentos, 1971. 149 p.

GLÓRIA, B. A. da; GUERREIRO, S.M.C. **Anatomia Vegetal.** 2ª ed. Viçosa: UFV, 2006. 438 p.

GUIMARÃES, M. E. da S. **Avaliação genética de acessos de cacaueiros.** Orientador: Luís Antônio dos Santos Dias. 2016. Dissertação. (Mestrado em Fitotecnia) – Departamento de Fitotecnia, Universidade Federal de Viçosa, Viçosa-MG: UFV, 2016, 52 p.

HARDY, F. **Manual de Cacao.** Turrialba: IICA, 1961. 439 p.

INSTITUTO INTERAMERICANO DE COOPERACIÓN PARA LA AGRICULTURA (IICA). **Manual técnico del cultivo de cacao: prácticas latino-americanas.** Coordinación: Miguel Ángel Arvelo Sánchez. San José, Costa Rica: IICA, 2017. 165 p.

LORENZI, H. **Árvores brasileiras: manual de identificação e cultivo de plantas arbóreas nativas do Brasil.** Nova Odessa: Plantarum, 1992. v. 1. p. 331.

MARCOS FILHO, J. **Germinação de Sementes.** Piracicaba, SP: Esalq, 2022. 26 p. Disponível em: http://www.lpv.esalq.usp.br/sites/default/files/Germinação%20PG %202018%20pdf.pdf. Acesso em: Jul. 2022.

MONTEIRO, W. R.; AHNERT, D. Melhoramento genético do cacaueiro. In: VALLE, R. R. **Ciência, tecnologia e manejo do cacaueiro.** Brasília: Mapa/Ceplac/Cepec, 2012. p. 11-29.

MORA URPI, J. Notas sobre El possible origen y La varaibilidad del cacao cultivado em la America tropical. **Turrialba,** Costa Rica, San José, v.8, n.8, p.34-42, 1958.

MOTAMAYOR, J. C.; RISTERUCCI, A. M.; LOPES, P. A.; ORTIZ, C. F.; MORENO, U.; LANAUD, C. Domesticação do cacau I: a origem do cacau cultivado pelos maias. **Heredity**, 89, 380-386, 2002. Disponível em: https://doi.org/10.1038/sj. hdy. 6800156. Acesso em: Mai. 2022.

MULLER, M. V.; BIEHL, B. Mudanças na capacidade fotossintética de folhas do cacaueiro *Theobroma cacao* L., influenciadas pela intensidade de luz durante o período de vida. In: XI COCOA RESEARCH CONFERENCE, XI, 1993. **Proceedings [...]** Yamoussoukro, Côte D´Ivoire: Cocoa Producers' Alliance, 1993. p. 597-605.

NAKAYAMA, K. Ventilação artificial promove polinização fértil em flor de cacaueiro (*Theobroma cacao* L). Ilhéus, Bahia: Mapa/Ceplac/Cepec. **Revista Agrotrópica,** Ilhéus, Bahia: Ceplac/Cepec, 34(1): 29 – 40g, 2022.

NAVA, J. N. El cacao: **Cacao, cafe y te.** Barcelona, Espanha: Salavat, 1953.

NUNES, M. de S.; GEDANKEN. V. **Cacau: produção, manejo e cultura.** Brasília, DF: Senar, 2018. 145 p. (Coleção Senar, 215).

PATIÑO, V. M. Plantas cultivadas y animales domésticos em America equinocial. In: **Frutales,** Cali, Colombia: Cali Imprensa Departamental, 1963. 66p.

PASTORELLY, D.; VERA, M.; PILAMUNGA, M.; IZQUIERDO, L.; MEJIA, Y.; POSLIGUA, W.; ZAMBRANO RODRIGUEZ, R. **El manual del cultivo de cacao.** Guayaquil, Equador: ANECACAO. 2006. 73 p.

PORRO, A. Cacau e chocolate: dos hieroglifos maias à cozinha ocidental. In: Museu Paulista: História e Cultura Material, 1987. **Anais [...]** 5 (1), 279-284, 1987. Disponível em: https://www.revistas.usp.br/anaismp/article/view/5357. Acesso em: Abril. 2022.

RAWITSCHER, F. **Elementos básicos de botânica.** 6ª ed., São Paulo: Melhoramentos, 1972. 382 p.

SÁNCHEZ, M. A.; LÉON. D. G.; ARCE, S. M.; LOPEZ, T. D.; RODRÍGUES, P. M. **Manual Técnico del Cultivo de Cacao: Prácticas Latinoamericanas.** San José, Costa Rica: IICA, 2017. 165 p.

SANTOS FILHO, L. P. dos; LUZ, E. D. M. N.; VALLE, R. R.; MULLER, M. M. Considerações sobre a fenologia de lançamento foliar, floração e frutificação do cacaueiro na região Sudeste da Bahia. **Boletim Técnico,** Ilhéus, Bahia: Mapa/ Ceplac/Cepec, n. 218, 2020. 26 p.

SOBIOGRAFIAS. **Carl Von Linné.** Disponível em: https://www.portalsao francisco.com.br/biografias/carl-von-linne. Disponível em: Jan. 2017.

SOUZA, C. A. S.; DIAS, L. A. dos S.; AGUILAR, M. A. G.; BORÉM, A. **Cacau do plantio à colheita.** Viçosa, MG: Universidade Federal de Viçosa, 2016. 287 p.

SUÁREZ, Y. Y. J.; CASTAÑEDA, G. A. A.; DAZA, E. Y. B.; BUSTOS, F. M.; ESTRADA, G. A. R.; MOLINA, J. R. **Modelo productivo para el cultivo de cacao (*Theobroma cacao* L.) en el departamento de Santander**. 2ª ed. Mosquera, Colômbia: AGROSAVIA, 2022. 184 p.

WIKIPEDIA. **Bacia do rio Amazonas.** In: Disponível em: https://pt.wikipedia. org/wiki/ Bacia_do_rio_Amazonas #cite_note-AMBRA-1. Acesso em: Jun. 2022.

CAPÍTULO 3

Influência de elementos climáticos e fatores ambientais sobre o crescimento e a produção do cacaueiro

INFLUÊNCIA DE ELEMENTOS CLIMÁTICOS E FATORES AMBIENTAIS SOBRE O CRESCIMENTO E A PRODUÇÃO DO CACAUEIRO

Adonias de Castro Virgens Filho, Raul Rene Melendez Valle, José Basílio Vieira Leite, Lindolfo Pereira dos Santos Filho.

1. O CLIMA PARA O CACAUEIRO

O cacaueiro em seu habitat natural sobrevive em clima quente e úmido com precipitações elevadas e pequenas variações ambientais, especialmente quanto a temperatura, umidade relativa do ar, radiação solar e duração do dia (MENDES et al., 2020). Com a expansão para outras fronteiras, o cultivo passou a ser explorado entre as latitudes de 20 ºN e 20 ºS, onde as variações climáticas são mais amplas, sendo os processos fisiológicos adaptados ao clima e ao microclima, por influência do sistema de cultivo (ALVIM, 1981).

Nas diferentes regiões onde o cacaueiro é cultivado, a precipitação pluviométrica varia entre 1200 mm e 2500 mm ano^{-1}, a temperatura fica na faixa entre 18 °C e 32 °C, e a altitude abaixo de 1300 m. Contudo, há casos de cultivo em locais de maior altitude e faixa de precipitação entre 600 $mm.ano^{-1}$ e 4.000 $mm.ano^{-1}$, cuja adaptação é feita com emprego de sistemas de produção específicos (SÁNCHEZ et al., 2017).

2. ELEMENTOS CLIMÁTICOS E FATORES AMBIENTAIS

Os elementos climáticos são relacionados a atmosfera e variam no tempo e no espaço, definindo o clima. Neste capítulo serão considerados os seguintes: precipitação, temperatura, umidade relativa, radiação e vento. Por sua vez, os fatores ambientais são aspectos físicos que influenciam os elementos climáticos e os climas deles resultantes; no caso presente serão tratados particularmente a altitude, relevo, massas de ar, além do papel do sombreamento e quebra-vento sobre o ambiente para o cacaueiro.

2.1. Efeito dos elementos climáticos sobre o cacaueiro

2.1.1. Precipitação

A água é um elemento essencial ao metabolismo do cacaueiro, sendo o seu suprimento necessário para assegurar o crescimento e a produção. Para atender a sua demanda é necessário que o cacaueiro seja explorado em região com adequada

distribuição pluviométrica e que o solo apresente boas propriedades físicas com relação a textura, estrutura e profundidade, a fim de prover boa retenção de umidade (BRAUDEAU, 1970).

A maioria das regiões onde o cacaueiro é cultivado apresenta precipitação entre 1400 mm e 2000 mm ano^{-1}, havendo três a cinco meses em que a evapotranspiração real é maior que a precipitação média (MULLER; VALLE, 2012). Precipitações por volta de 1300 mm a 1500 mm.ano^{-1}, bem distribuídas, satisfazem as necessidades da cultura, enquanto em regiões com muita chuva, a exemplo de 4.000 mm.ano^{-1}, o solo deve ser bem drenado ou ocorrer fácil escorrimento de água na superfície, se o solo for acidentado (ENRÍQUEZ, 2006; BATISTA, 2009).

Quando há falta d'água na planta, os estômatos se fecham, reduzindo as trocas gasosas, o que limita a atividade fotossintética e, consequentemente, o crescimento e a produção de frutos. Se o problema persistir, haverá amarelecimento e queda de folhas e, posteriormente, morte de outros órgãos da planta. Estas condições se agravam quando estão associadas a temperatura elevada e ausência de sombreamento. Em contraste, o efeito pode ser mais ameno se o cacaueiro estiver sombreado, a temperatura média for mais baixa e a umidade relativa mais elevada. Nesta situação, a produção passa a ser associada à presença de período chuvoso (ALVIM, 1977; ENRÍQUEZ, 2006).

O período de estiagem que o cacaueiro pode suportar sem irrigação está associado às condições físicas do solo e a presença de árvores de sombreamento. Em regra geral, uma estação seca de três meses seria o máximo aceitável, sem ocorrer prejuízos graves, como uma defoliação acentuada ou até a morte da planta. Neste caso, o sombreamento pode proteger o cultivo, evitando a transpiração excessiva e diminuindo a evaporação do solo, além de proporcionar conforto térmico ao cacaueiro. Uma outra alternativa é o uso de irrigação para suprir a disponibilidade de água no solo e corrigir o déficit do regime pluviométrico (MULLER; VALLE, 2012).

Em regiões com precipitação inferior a 1200 mm.ano^{-1} ou mal distribuída, a produção é reduzida, sendo necessário o uso de irrigação para que o cacaueiro expresse o seu potencial produtivo (LEITE et al., 2012), a exemplo das áreas não tradicionais de expansão do cultivo no Brasil, como o cerrado, o semiárido do nordeste, norte do Espírito Santo, norte de Minas, tabuleiros costeiros do Extremo Sul da Bahia (LEITE, SODRÉ; FONSECA, 2016) e a região do Planalto de São Paulo.

Em algumas regiões do Equador, Peru e Venezuela, o cacau é cultivado sob condições de 800 mm de chuva, distribuídos em seis meses, sendo necessário o uso de irrigação (BRAUDEAU, 1970).

Estudos realizados por Leite et al. (2009) mostraram a viabilidade do cultivo do cacaueiro com o emprego de irrigação no município de Redenção, localizado no

semiárido baiano. Esta região apresenta clima do tipo *Bsh* - clima semiárido quente, segundo a classificação de Köppen, caracterizado por apresentar temperaturas médias anuais de 23 ºC, com máxima de 27 ºC e mínima de 18 ºC; precipitação pluviométrica média anual de 600 mm.ano^{-1}, distribuída desuniformemente, e umidade relativa média do ar de 40%. O solo é classificado como Cambissolo vermelho-amarelo, eutrófico, profundo e com textura mediana. Nestas condições, cacaueiros dos clones CCN 51 e PS 13.19 apresentaram elevado vigor, produção precoce e alcançaram 1.770 kg de amêndoas secas.ha.ano^{-1} aos 52 meses de campo, como média dos dois clones, destacando-se, entre estes, o clone CCN 51 que produziu 2.259 kg de amêndoas secas.ha.ano^{-1}.

No trabalho citado, não foi observado efeito negativo da umidade relativa do ar e da temperatura sobre o crescimento, polinização e frutificação do cacaueiro, enquanto os danos devido às pragas, não apresentaram níveis econômicos. Os autores concluíram que, nas regiões semiáridas do Brasil, o uso de práticas de manejo apropriadas no plantio de cacaueiro, dando ênfase a fertirrigação, além de possibilitarem alta produtividade, se constitui numa alternativa de escape a problemas fitossanitários, favorece a secagem natural e facilita a mecanização, devido à prevalência de topografia plana (LEITE et al., 2009). Esta região, localizada no nordeste brasileiro, é formada por grande extensão de terras com vales e rios importantes, apresenta pluviosidade variando de 600 a 1.000 mm.ano^{-1}, concentrada entre os meses de dezembro a março, umidade relativa do ar em torno de 40-50%, luminosidade elevada e solos férteis (SEIXAS, 2004).

Com referência ao excesso de água no solo, Alvim (1977) reporta que este problema compromete a respiração das raízes, podendo causar a morte da planta, o que torna necessária a drenagem da área. Chuvas abundantes reduzem a fotossíntese e podem contribuir para a ocorrência de doenças fúngicas. Por sua vez, Almeida; Valle (2007) mencionam que o alagamento do solo diminui a área foliar, a condutância estomática e a taxa de fotossíntese, além de induzir a formação de lenticelas e raízes adventícias.

2.1.2. Temperatura

A temperatura afeta principalmente o crescimento vegetativo, a floração e o desenvolvimento dos frutos do cacaueiro (ALMEIDA; VALLE, 2007). Ao longo do ano, o desenvolvimento das gemas e o número de lançamentos foliares são influenciados por este elemento climático (BRAUDEAU, 1970).

As áreas tradicionalmente cultivadas com o cacaueiro apresentam temperaturas médias mensais entre 18 ºC e 28 ºC (MULLER; VALLE, 2012). Quando a temperatura média do ar está entre 25 ºC e 26 ºC, há estímulo para abundante formação de flores, frutos, e maior brotação de gemas, o que pode resultar em maior produção;

também ocorre aumento no crescimento do tronco. Estes eventos são reduzidos quando a temperatura fica abaixo de 25 ºC (BATISTA, 2009). Em condições de temperatura igual ou inferior a 21 ºC, não há formação de flores; em alguns lugares, esse efeito pode ser confundido com a indisponibilidade de água no solo (ALVIM, 1977).

Enríquez (2006) afirma que o cacaueiro não suporta temperatura abaixo de 0 ºC, mesmo que seja por pouco tempo, sendo 10 ºC a temperatura média mínima aceitável. Temperaturas baixas comprometem a floração e reduzem o desenvolvimento do fruto.

No estado de São Paulo, Coral (1987) considerou a temperatura em torno de 21 ºC como limite frio, devendo as mínimas absolutas não serem inferiores a 6 ºC. Estes valores são registrados algumas vezes naquela região, mas com recuperação dos eventos fisiológicos do cacaueiro nos períodos mais favoráveis do ano, quando a produção é assegurada.

Na Fazenda São José, localizada em Tabapuã, São Paulo, verificou-se que o cultivo de clones de cacaueiros plantados em sistema agroflorestal (SAF) com a seringueira, suportou a temperatura de 0 ºC em área de baixada, na presença de quebra-vento e distribuição das plantas no sentido contrário aos ventos dominantes (Cássio Tomás, C. Lima, 2021. Informações pessoais/[1]).

Ainda com base em observações registradas na Fazenda São José, sob condições de risco de temperatura mínima extrema, como 0 ºC, recomenda-se evitar o plantio em baixadas, principalmente com o vento canalizado para os corredores das fileiras de plantio. Contudo, se houver plantios de cacaueiros nestas condições, deve-se instalar uma densa barreira física como quebra-vento ou plantar renques com capim açu, para barrar o vento frio (Figura 1). Após o período de geada, o capim pode ser cortado para a alimentação dos animais.

Nas áreas de baixada e com penetração de vento no renque entre as fileiras da seringueira foram observados danos irreversíveis nos cacaueiros, causando a mortalidade de 70% das plantas da variedade Parazinho; neste caso, observou-se a morte do sistema vascular, inclusive na região do porta-enxerto (Figura 2), (Cássio Tomás, C. Lima, 2021. Informações pessoais/[1]).

Nas situações extremas, em que não há quebra-vento no SAF, as plantas foram protegidas ateando fogo em material inflamável, colocado em toneis instalados nas bordaduras das fileiras de seringueira (Figura 3).

Nas áreas localizadas na parte alta e protegidas por quebra-vento, houve tolerância a geada por parte de plantas dos clones CCN 51, SJ 02 e BN 34 com 2 a 6 anos de idade. Alguns cacaueiros apresentaram danos superficiais no caule, mas com plena

[1]Informações fornecidas por LIMA, C. T. C. Tolerância do cacaueiro a baixas temperaturas. Engenheiro Agrônomo, Fazenda São José, Tabapuã, São Paulo.

recuperação dias após (Figuras 4, 5 e 6). Estes danos poderiam ser evitados se houvesse quebra-vento no entorno da área.

Figura 1. Plantio de capim açu como quebra-vento para proteção de cacaueiros sob condições de baixa temperatura. Foto: Tomás Cássio, Faz. São José.

Figura 2. Morte de cacaueiros da variedade Parazinho, sob condições de temperatura de 0 ºC em Tabapuã, São Paulo. Foto: Tomás Cássio, Faz. São José.

Figura 3. Proteção de cacaueiros com colocação de fogo em tonéis em noites de baixa temp. (0 ºC). Foto: Tomás Cássio, Faz. São José.

Figura 4. Danos parciais em cacaueiros, clone SJ 02, em tempo frio, em Tabapuã, São Paulo. Foto: Tomás Cássio, Faz. São José.

Figura 5. Tolerância a geada do clone de cacaueiro CCN 51, em Tabapuã, São Paulo. Foto: Tomás Cássio, Faz. São José.

Figura 6. Tolerância a geada do clone de cacaueiro BN 34, em Tabapuã, São Paulo. Foto: Tomás Cássio, Faz. São José.

As conclusões de Caires Tomas Cássio Lima é que tais práticas são mitigadoras dos estragos causados aos cacaueiros no tempo frio e, portanto, ainda não alcançam 100% de eficácia. Entretanto, estas inciativas diminuem a possibilidade de queima das folhas ou estresse foto-oxidativo.

No contexto fitossanitário, a redução de temperatura pode influenciar no desenvolvimento de doenças fúngicas, como as provocadas pelo *Phytophthora* spp., que causa a podridão parda no sul da Bahia e o *Phytophthora megakarya*, causador da podridão negra dos frutos na Costa do Marfim (ENRÍQUEZ, 2006). Lellis (1952), realizando pesquisas com a podridão parda em plantações de cacaueiros no sul da Bahia, associou maiores perdas aos meses de temperatura mais baixa, enquanto Miranda; Cruz (1953), citados por Oliveira; Luz (2005), encontraram maior incidência da doença sob condições de temperaturas baixas (20 ºC) e umidade relativa do ar acima de 85%.

Em regiões com temperaturas elevadas, quando os cacaueiros são cultivados à sombra, as árvores que formam o dossel promovem um efeito moderador, diminuindo a temperatura no interior do ambiente, reduzindo a exposição direta dos cacaueiros à radiação solar, podendo evitar danos às folhas, quando da insolação.

Nas regiões tropicais, temperaturas médias elevadas, maiores que 30 ºC, quando o solo não está devidamente protegido e, portanto, sujeito a exposição direta da radiação solar, pode haver perda de matéria orgânica e degradação da estrutura do solo, o que resulta na diminuição da produtividade do cacaueiro (BRAUDEAU, 1970). Nestas regiões, no ambiente aberto, o intemperismo químico e biológico é acelerado e a matéria orgânica se decompõe mais rapidamente.

2.1.3. Umidade Relativa

A umidade relativa (UR) do ar tem relação estreita com a precipitação e a temperatura. A UR interfere na regulação da evaporação da água do solo e na transpiração do cacaueiro. Alta UR diminui a transpiração já que a concentração de água no ambiente é maior do que nos tecidos vegetais; isso contribui para o fechamento dos estômatos das folhas. Quando os estômatos estão fechados, a planta não tem controle eficiente sobre a perda d'água, devido a elevada transpiração cuticular. No entanto, isso pode ser amenizado com o emprego de genótipos de cacaueiros com resistência estomática (ALMEIDA; VALLE, 2007).

Os processos fisiológicos do cacaueiro são restringidos quando a umidade relativa do ar é muito baixa, associada a déficit hídrico e elevadas temperaturas, tendo em vista às exigências hídricas da cultura. Desse modo, valores de UR entre 75-80% são mais adequados para o cacaueiro (BARAHONA et al., 1998), podendo-se encontrar plantios com bom comportamento sob condições de UR entre 80-90%

ou até superiores, embora essa seja uma condição favorável à ocorrência de enfermidades (JULY et al., 2008).

Em ambiente com baixa umidade relativa, especialmente sob condições de chuvas escassas, o ciclo de vida dos cacaueiros tende a ser mais curto, devido a excessiva transpiração, pois o frequente déficit hídrico provoca o esgotamento da planta (HERNANDEZ, 1983, citado por JULY et al., 2008). Nestas condições, o cacaueiro necessita de irrigação para apresentar bom crescimento e produção. Isso ocorre nos vales interandinos secos (SUAREZ, 2021) e no semiárido do nordeste brasileiro (LEITE et al., 2009).

2.1.4. Radiação

A luz possui ação térmica e luminosa, sendo o principal fator ambiental que regula os principais fenômenos fisiológicos do cacaueiro que são a fotossíntese e a transpiração. A ação direta da radiação aumenta a atividade fotossintética, a abertura de estômatos, o crescimento celular e a intensidade de floração. Por sua vez, reduz o período de maturação dos frutos, altera as características físicas dos ácidos graxos e a composição química das amêndoas de cacau (ENRÍQUEZ, 2006).

Quando há elevada intensidade luminosa, observa-se a saturação das enzimas relacionadas com o processo fotossintético e, por mais que haja moléculas de CO_2 disponíveis, não haverá novas enzimas para assimilá-las. Desse modo, alta intensidade luminosa não implica em maior fotossíntese devido à saturação das enzimas; não adianta ter altas irradiâncias que a fotossíntese não aumentará. No cacaueiro, a saturação luminosa está entre 400 e 500 nm.

Uma folha exposta ao sol, alcança valores entre 18 °C a 20 °C acima da temperatura do ar. Isso traz como consequência um aumento acentuado na pressão de vapor d'água nos espaços intercelulares, forçando a saída de água através dos estômatos, diminuindo o potencial hídrico das folhas. Por esta razão, a transpiração de uma folha exposta ao sol é consideravelmente mais intensa, podendo ser duas ou três vezes maior do que a de uma folha à sombra (ENRÍQUEZ, 2006; BATISTA, 2009).

De acordo com Leite et al. (2012), a radiação solar intensa só é desfavorável à planta, quando há déficit hídrico e nutricional. Em cacaueiros plantados no município de Redenção, no semiárido baiano, registrou-se aumento de cerca de 3 a 4 vezes na temperatura da folha, quando comparado com os valores obtidos em plantações de cacaueiros sombreados, plantados nas regiões tradicionais do sul da Bahia. Contudo, o aporte de água e nutrientes permitiu que os cacaueiros alcançassem a produção de 2.250 kg de amêndoas secas/ha/ano^{-1}, média muito superior à obtida na região cacaueira tradicional da Bahia com limitações de manejo, que é em torno de 250 kg de amêndoas secas/ha/ano^{-1}.

2.1.5. Ventos

O vento é o fator que determina a velocidade de evapotranspiração da água na planta e a evaporação no solo. Em plantações com pouco sombreamento e continuamente expostas a ventos fortes, com velocidade em torno de 4 $m.s^{-1}$ (14,4 $km.h^{-1}$), ocorre desidratação e dessecação das folhas, abscisão foliar e interrupção da polinização. Nestas condições, as folhas ficam enroladas, diminuem de tamanho e se observa necrose marginal e internerval. Neste caso, o desfolhamento pode chegar a 50% da área foliar (ALVIM et al., 1974; SENA GOMES; KOZLOWISKI, 1989; MULLER; PINHO, 1992). Em regiões com plantios nas mesmas condições e velocidade do vento entre 1 a 2 $m.s^{-1}$, estes problemas não são observados (ARCE, 2003).

Ventos com velocidade maior que 2,5 $m.s^{-1}$, em áreas sem proteção, causam ruptura dos pulvinos. Alvim (1997) mostrou que folhas protegidas do vento, mesmo a pleno sol, tiveram crescimento normal e área foliar desenvolvida. A proteção contra o vento reduz a injúria na folha, como também protege contra a radiação solar.

Nas regiões em que os ventos são muito frequentes e alcançam maior velocidade é necessário o uso de quebra-vento. Se a velocidade do vento não for excessiva, o sombreamento assegura conforto térmico às plantas, evitando o excesso de transpiração (ALMEIDA; VALLE, 2007). Muitas espécies podem ser usadas como quebra-vento, merecendo destaque aquelas que contribuem para o manejo agronômico e agregam valor alimentar, econômico, ambiental e social, a exemplo de frutíferas, palmáceas, seringueira e espécies madeireiras (Figuras 7, 8 e 9).

Os ventos oriundos da costa geralmente são úmidos, a exemplo do que ocorre na região cacaueira do sul da Bahia que recebe massas de ar úmidas Tropical Atlântica e Equatorial Atlântica, originárias do Atlântico Sul, as quais são movimentadas

Figura 7. Cacaueiros em box com quebra-vento. Foto: José Basílio Leite (Ceplac).

Figura 8. Quebra-vento e produção de biomassa com *Gliricídia sepium*. Foto: José Basílio Leite (Ceplac).

Figura 9. Cacaueiro em filas quíntuplas com quebra-vento de seringueira em renque duplo. Foto: Adonias de Castro (Ceplac).

pelos ventos alísios do leste, sudeste e nordeste, e promovem a ocorrência de chuvas, especialmente na faixa litorânea (CEPLAC, 2009).

Os ventos que vêm de regiões desérticas provocam maior dessecamento dos cacaueiros. No entanto, a ação direta e constante dos ventos de qualquer origem sobre uma plantação de cacau, causa danos diretos e indiretos que afetam o crescimento e o desenvolvimento das plantas. Esses efeitos acentuam a intensidade dos elementos climáticos, interferindo nos fatores fisiológicos relacionados ao crescimento e a produção.

As plantações de cacau da Costa do Marfim e Camarões, situadas na Costa Oeste africana, estão sujeitas aos ventos secos e frios com alto teor de poeira, provenientes do Saara, denominados *Harmattan*, que diminuem a umidade do ar e influenciam na ocorrência de dias quentes e noites frias (STRINGFIXER, 2022). Nesses países, a ocorrência desses ventos nas plantações de cacaueiros pode provocar sérios danos na produção.

2.2. Efeito de fatores ambientais sobre o cacaueiro

2.2.1. Altitude

De acordo com Lozano et al. (2007), citados por Suárez et al. (2021), a faixa de altitude adequada para o cacaueiro está entre 0 e 1200 m, sendo as altitudes entre 400 m e 800 m classificadas como muito adequadas, porque a conjunção dos elementos climáticos é mais favorável para a fisiologia do cacaueiro. Áreas com altitude entre 800 m a 1000 m são moderamente adequadas e acima de 1200 m são menos adequadas, devido à queda de temperatura que promove impacto negativo sobre a produção. Contudo, há exceções sob condições de microclima particular.

De acordo com Arce (2003), se os elementos climáticos (precipitação, temperatura, umidade do ar, energia luminosa e vento) e edáficos (condições físicas e químicas do solo) forem apropriados, a altitude não será fator limitante para o cacaueiro.

July et al. (2008) reportaram sobre o bom desempenho do cacaueiro no crescimento e produção na altitude de 1300 m no departamento de Caldas, Colômbia, onde se obteve produtividade média de 1.350 kg de amêndoas secas/ha/ano^{-1} com variedades híbridas. No Equador, observa-se bom desenvolvimento de plantações de cacaueiros em áreas com altitude entre 1.000 m e 1.400 m acima

do nível do mar (SÁNCHEZ et al., 2017). No Valle de Chama, localizado em área próxima de Mérida, nos Andes venezuelanos, se cultiva o cacaueiro em altitude de 1.300 m, sendo esta uma das zonas cacaueiras com altitude mais elevada na América do Sul (HARDY, 1961).

2.2.2. Relevo

O relevo ideal para o cacaueiro deve ser plano a levemente inclinado, a fim de facilitar a mecanização do plantio, os tratos culturais e a colheita (Figura 10). No entanto, o cacaueiro pode ser cultivado em áreas com relevo declivoso, não excedendo a inclinação de 50%. Estas áreas apresentam maior risco de erosão na fase jovem da cultura, requerendo práticas de conservação do solo, como plantio em curvas de nível, terraços, plantio em faixas e/ou emprego de cobertura viva (Figuras 11, 12 e 13).

As inclinações superiores dificultam a implantação do cultivo, bem como a realização das práticas culturais, principalmente a poda, controle de plantas invasoras, manejo fitossanitário, adubação e a colheita, que são facilitadas em áreas planas (Figuras 14 e 15).

Figura 10. Plantio de cacaueiros em áreas planas, facilitando a mecanização.
Foto: José Basílio (Ceplac).

Figura 11. Preparo de área para plantio de cacaueiros em curvas de nível.
Foto: Eimar Rosa (M. Libânio).

Figura 12. Cacau em SAF: abertura de terraços facilitando os tratos culturais e o transporte.
Foto: Eimar Rosa (M. Libânio).

Figura 13. Cacaueiros em desenvolvimento em áreas declivosas com faixas protetoras da erosão.
Foto: Eimar Rosa (M. Libânio).

Figura 14. Áreas planas facilitando o manejo de plantas invasoras em plantio de cacaueiros. Foto de José Basílio (Ceplac).

Figura 15. Áreas planas facilitando a mecanização da poda em plantio de cacaueiros. Foto de José Basílio (Ceplac).

2.2.3. Massas de Ar

A barreira de ventos úmidos que vêm dos oceanos pode influenciar no clima de determinada região, favorecendo ou dificultando as condições para o cultivo do cacaueiro. Isso ocorre quando há cadeias de montanhas que barram as massas de ar oriundas dos oceanos Atlântico e Pacífico, alterando o clima do lado oposto ao oceano.

Um exemplo típico ocorre na Região Cacaueira do Sul da Bahia, onde os municípios mais próximos ao Oceano Atlântico e situados a leste das grandes elevações, a exemplo de Itagibá e Dário Meira, possuem uma orografia diferenciada em relação às regiões situadas a oeste, porque recebem as massas de ar úmidas Equatorial Atlântica e Tropical Atlântica, originárias do Atlântico Sul, que são movimentadas pelos ventos alísios (CEPLAC, 2009). Esta condição contribui para a melhor distribuição de chuvas a leste, onde há milhares de hectares de cacaueiros, enquanto os municípios situados a oeste das grandes elevações, como no caso de Boa Nova, têm menor precipitação e distribuição de chuvas irregular, alterando a sua vegetação (NOLASCO, 2017).

Nas condições de Boa Nova, a massa de ar é barrada por uma cadeia "montanhosa" que atinge até 1120 metros acima do nível do mar, conhecida localmente como Serra da Ouricana. Tal elevação de relevo funciona como barreira natural para a umidade vinda do Oceano Atlântico, ocorrendo uma "alta" precipitação pluviométrica no seu contraforte leste. Já a oeste dessa montanha, uma faixa de cerca de 8 km de largura ainda é influenciada por essa umidade, recebendo precipitações residuais em forma de neblina. Esta situação cria três cenários bem distintos em termos de clima e vegetação, ocorrendo no território duas zonas especificas, uma de Caatinga e outra de Mata Atlântica. A transição entre esses dois biomas é conhecida localmente como Mata de Cipó (BOA NOVA, 2022).

2.2.4 O papel do sombreamento e quebra-vento sobre o ambiente para o cacaueiro

O cacaueiro é uma planta tolerante a sombra, mas não é exclusivamente uma planta que necessita de sombra para crescer, desenvolver e obter alta produtividade. No entanto, o sombreamento moderado ou equilibrado, oferece condições favoráveis à floração, desenvolvimento de insetos polinizadores, reprodução e frutificação.

O cacaueiro pode ser plantado em associação com plantas de interesse econômico, agronômico e/ou ambiental, que têm o papel de sombra e/ou quebra-vento, sendo os diferentes arranjos mencionados a seguir: i) **"sistema zonal" -** associa plantas de maior porte, distribuídas em linhas duplas ou triplas, alternadas com fileiras múltiplas de cacaueiros; ii) **"sistema de "box perimetral"** - é constituído de plantas consortes de interesse, dispostas em fileiras simples ou duplas, formando um quadrado ou retângulo, em cujo interior são cultivados centenas de cacaueiros a pleno sol; iii) **"sombreamento de topo"** – representado pelo plantio de cacaueiro e eritrina, no qual as plantas consortes são espaçadas no mínimo de 24 metros, dispostas em quadrado com um exemplar na diagonal; atualmente este modelo vem sendo substituído por modelos mais eficazes; iv) "**sistema cabruca"** consiste no raleamento da mata, eliminando plantas sombreadas, a fim de abrir espaços para o plantio de cacaueiros no sub-bosque entre plantas de sombra de reconhecido valor ambiental. Lobão et al (2018) qualifica este sistema como um modelo ideal de conservação produtiva, presente em quase 300 mil hectares na região cacaueira do sul da Bahia. Nesta região, o sistema cabruca está inserido em remanescentes da Mata Atlântica, sendo mantido graças a natureza conservacionista da cultura do cacau. Na sua implantação, se estabeleceu uma relação *sui generis* entre o homem e a natureza, permitindo o legado de um sistema ambientalmente inovador, mantido por mais de 250 anos (LOBÃO; 2007).

Ao contrário de outros modelos convencionais de produção agrícola, a cabruca não favoreceu a exploração intensiva dos recursos florestais, propiciou a formação de corredores ecológicos que ampliam a capacidade de suporte faunístico dos fragmentos florestais remanescentes e manteve a qualidade do solo próxima a de uma floresta natural, conservando os recursos hídricos (SETENTA; LOBÃO, 2012).

As plantações de cabruca, entretanto, precisam ser manejadas através de maior provimento de luz para o cacaueiro com o propósito de aumentar a produtividade. Segundo Almeida; Valle (2007), o sombreamento moderado do cacaueiro permite a ocorrência de taxas fotossintéticas relativamente altas, assegurando bom crescimento e produção de sementes.

Há situações em que o sombreamento impõe limitações aos cacaueiros (Figura 16), ao reduzir a intensidade de radiação solar e aumentar a umidade relativa do ar, interferindo sobre os mecanismos fisiológicos, notadamente a

evapotranspiração potencial e a fotossíntese (ALVIM, 1977). Esta situação pode ser mitigada com a adoção de práticas de manejo, como a poda e supressão de espécies, exóticas ou não, usadas como sombreamento.

Com o raleamento da sombra, as plantas passam a ter melhor distribuição da energia radiante, respondendo adequadamente aos tratos culturais e a adubação, apresentando maior crescimento e produção, embora ainda se mantenham vulneráveis a ocorrência de pragas e doenças (Figura 17).

Figura 16. Plantio de cacaueiro no sistema "cabruca". Foto: José Basílio Leite (Ceplac).

Figura 17. Entrada de luz no plantio em "cabruca". Foto: Dan E. Lobão (Ceplac).

O cacaueiro apresenta produções elevadas a pleno sol, quando dispõe de água e nutrientes nas quantidades necessárias, e proteção contra os ventos (Figura 18). Estas condições favorecem o metabolismo e a fotossíntese, aumentando o crescimento e a produção, por exercer influência sobre eventos fenológicos, como o lançamento foliar, a floração e a frutificação (MULLER, VALLE, 2012) (Figura 19). Os frutos dos cacaueiros que se desenvolvem em plena exposição à luz são menores, porém, nestas condições, as plantas começam a florescer e frutificar precocemente, em comparação àquelas cultivadas sob sombra, independentemente do tipo do material genético.

Figura 18. Plantio de cacaueiro a pleno sol. Foto: Adonias de Castro (Ceplac).

Figura 19. Produção de cacaueiros a pleno sol. Foto: José Basílio Leite (Ceplac).

Atualmente são encontradas muitas áreas de cacaueiros clonados, cultivadas a pleno sol, requerendo o aporte de maiores quantidades de água e fertilizantes para alcançar produtividades elevadas. Este exemplo é muito comum na região de Guayaquil no Equador e em experiências variadas nas regiões brasileiras do nordeste (Bahia, Pernambuco e Ceará) e sudeste (Espírito Santo e Minas Gerais).

O cultivo de cacaueiro a pleno sol com fertirrigação permite obter elevadas produtividades; contudo, exige um manejo mais intensivo devido à maior ocorrência de plantas invasoras, insetos pragas, maior crescimento vegetativo e maior exposição a luz, demandando mais água e nutrientes (LEITE; SODRÉ; FONSECA; 2016).

Nos plantios tradicionais, sem uso de fertirrigação, o sombreamento tem efeito moderador sobre o excesso de vento, radiação luminosa e temperatura, sobretudo nos anos iniciais de desenvolvimento, quando contribui para reduzir a incidência direta de luz e ameniza o movimento de ar que causa o dessecamento da planta. Mesmo na fase adulta, quando advém o autossombreamento, um certo nível de sombreamento ainda é indispensável, embora possa ser reduzido gradualmente até se encontrar um ponto de equilíbrio.

No manejo do cacaueiro é necessário encontrar o equilíbrio entre a intensidade luminosa, a disponibilidade de água e a necessidade de aporte de fertilizantes, uma vez que a resposta na produção depende do ajuste nessa equação.

Sob condições do aporte de fertilizantes em plantios com adequada disponibilidade de água, observa-se aumento proporcional da produção quando há menos sombreamento, enquanto em áreas sombreadas, a produção não é proporcional ao aumento na quantidade de fertilizantes.

3. EFEITOS DOS ELEMENTOS CLIMÁTICOS SOBRE OS EVENTOS FENOLÓGICOS DO CACAUEIRO

3.1. Lançamento foliar

Cacaueiros jovens emitem lançamentos em intervalos de aproximadamente dois meses, provavelmente devido a um mecanismo causado por hormônios reguladores do crescimento, que contribuem para manter a relação raiz/parte aérea em equilíbrio (ALVIM, 1977; HARDWICK et al. 1984).

Na fase adulta, o cacaueiro alterna períodos com dois a três fluxos de lançamentos foliares intensos, intercalados com uma fase de repouso de três a quatro meses, apresentando fluxos irrelevantes. Este modelo varia em função das condições ambientais, sendo influenciado pela ocorrência de chuvas após um período seco (déficit de água no solo menor que 50 mm), o que ressalta a sensibilidade do cacaueiro ao hidroperiodismo (ALVIM, 1984). Esta característica pode ser explorada para regular ciclos e concentração de produção, quando o cacaueiro for cultivado em regiões secas com manejo direcionado da irrigação.

Cada lançamento foliar apresenta sete a 10 folhas em ramos ortotrópicos e sete a 15 folhas em ramos plagiotrópicos; estas folhas levam seis a sete semanas para amadurecerem completamente (MULLER; VALLE, 2013). Estas informações são baseadas nas condições climáticas das áreas tradicionais de cacaueiros com sombreamento, umidade relativa elevada, precipitação bem distribuída e acima de 1800 mm.ano^{-1}, temperatura e intensidade luminosa adequadas. Nas regiões do semiárido, em plantios com disponibilidade de água e nutrientes, tanto o tempo é mais reduzido como o cacaueiro apresenta maior número de folhas.

Cacaueiros submetidos a déficit hídrico, quando irrigados, lançam folhas com maior intensidade, sendo esse efeito maior do que nas plantas mantidas por prolongados períodos sem déficit hídrico (MULLER; VALLE, 2012).

3.2. Brotações e crescimento vegetativo

O crescimento do cacaueiro é maior durante os meses mais quentes do ano, os quais são acompanhados de maior luminosidade. Contudo, a exposição total da planta à luz solar, altera os processos fisiológicos e fenológicos, responsáveis pelo crescimento e desenvolvimento da cultura (BATISTA, 2009), que podem ser benéficos quando existe disponibilidade de água e nutrientes e são realizados os tratos culturais adequadamente.

Lozano et al. (2007) reportam que o crescimento do cacaueiro é afetado sob condições de temperatura menor que 18 ^{o}C e acima de 32 ^{o}C. Para Ernholm (1948), os fenômenos fisiológicos são ameaçados quando a temperatura mínima é de 15 ^{o}C, situação em que a atividade das raízes diminui, uma vez que a absorção de água e nutrientes é regulada pela temperatura. Em condições de temperatura elevada, as folhas perdem maiores quantidades de água até que os seus estômatos se fecham (MULLER, VALLE, 2012).

Quando ocorre uma diferença média mensal de 9 ^{o}C entre a temperatura máxima e mínima, há estímulo às brotações. Nas regiões equatoriais, as diferenças se mantêm muito baixas durante quase todo o ano, enquanto entre dezembro e abril, podem ocorrer alguns dias com diferença de temperatura mais elevada, provocando novas brotações (ENRÍQUEZ, 2006).

O cacaueiro cresce melhor nas zonas tropicais desde o nível do mar até a altitude de 800 m. Contudo, nas latitudes mais próximas ao equador, onde as amplitudes dos fatores climáticos são menores, as plantações se desenvolvem normalmente entre as altitudes de 1.000 m e 1.400 m (ARCE, 2003; SAAVEDRA, 2012).

Na Colômbia, nos primeiros dois anos de desenvolvimento do cacaueiro, observa-se bom comportamento quando a radiação solar é de 300-400 µmol fotons.m^{-2} s^{-1} ou 30% de luz e 70% de sombra. Após o terceiro ano, o cacaueiro deve receber entre 700 e 800 µmol fotons.m^{-2} s^{-1}, ou seja, 70% de luz e 30% de sombra (LOZANO et al., 2007).

3.3. Florescimento

Alvim (1977) mostrou experimentalmente que cacaueiros híbridos iniciam a floração aos 18 meses após o plantio. Por sua vez, clones de cacaueiro, a depender da origem genética, podem iniciar o florescimento aos seis meses de campo, dando frutos aos 13 meses. Entre os clones precoces merecem destaque os seguintes: BN 34, PH 15, CCN 51 e Cepec 2002 (Kazuiyuki Nakayama, 2021[1]; Milton José da Conceição, 2021[2]; José Luís Pires, 2021[3]. Informações pessoais).

A primeira florada também é influenciada pelo tipo de muda. Em mudas de cacaueiros enraizadas, a maturidade do ramo interfere na primeira florada, por esse motivo se observam mudas florescendo ainda no tubete. Se o plantio for estabelecido no inverno, o tempo decorrido até a primeira florada é de seis meses, sendo que em 18 meses florescerão todas as plantas oriundas de propagação vegetativa com estacas plagiotrópicas (George Andrade Sodré, 2021[4]. Informações pessoais).

Na fase de transplante das mudas do viveiro para o local definitivo, plantas oriundas de clones mais precoces apresentam gemas em estádio de diferenciação, passando da fase vegetativa para reprodutiva. No período inicial de condução destas plantas, a precocidade requer cuidados especiais, tendo em vista que os cacaueiros ainda não possuem arquitetura adequada, sistema radicular desenvolvido e índice de área foliar capaz de suportar uma carga de frutos muita alta, sendo estabelecida, portanto, uma forte competição entre o crescimento e aumento de diâmetro dos ramos, raízes e enchimento dos frutos. Por isso, deve ser realizada a poda de formação ou a eliminação do excesso de bilros, o mais rapidamente possível, a fim de não comprometer a formação inicial da planta.

O florescimento do cacaueiro é influenciado por fatores externos como a distribuição de chuvas e a temperatura. Sob condições de déficit hídrico no solo, a floração é inibida, mas, quando é restabelecido o suprimento d'água, a planta volta a florir cerca de três semanas após (MULLER; VALLE, 2012). Quanto aos mecanismos internos da planta, pode haver competição entre florescimento, frutificação e lançamentos foliares, devendo isso ser equilibrado com práticas de manejo (SANTOS FILHO et al., 2019; SODRÉ, 2022).

A porcentagem de flores que se transformam em frutos no cacaueiro é de 5%. Em um plantio de cacaueiros com 1.000 plantas/hectare, se cada planta produzir 30 frutos/ano, serão obtidos 30.000 frutos/hectare/ano^{-1}. Considerando-se um clone

Informações fornecidas por:

[1]NAKAYAMA, K., 2021. Eng. Agr., D. Sc. Ecologia de Comunidades. MAPA/CEPLAC/CEPEC.

[2]CONCEIÇÃO, M. J. da, 2021. Eng. Agr., Assessor de Fitotecnia. MAPA/CEPLAC/CEPEC.

[3]PIRES, J. L., 2021. Eng. Agro., D. Sc. Genética e Melhoramento. MAPA/CEPLAC/CEPEC.

[4]SODRÉ, G. A. 2021. Eng. Agr., D. Sc., Fitotecnia. MAPA/CEPLAC/CEPEC e UESC.

com rendimento médio de 300 frutos por arroba (15 kg), será obtida uma produtividade de 100 arrobas/hectare (30 frutos/planta x 1.000 plantas = 30.000 frutos divididos por 300 frutos por arroba = 100 arrobas.hectare.ano^{-1}). Levando-se em conta que apenas 5% das flores se transformam em frutos em uma planta, serão necessárias 600 flores por planta (30 frutos / 0,05 = 600 flores por planta) para assegurar essa produção.

A floração e a frutificação são significativamente mais abundantes em plantas sob sombra moderada ou a pleno sol. Mas, se o sombreamento for excessivo, haverá redução da fotossíntese e da transpiração, comprometendo os processos fenológicos do cacaueiro (MULLER; VALLE, 2012). Nestas condições, a demanda por nutrientes do solo é reduzida e, consequentemente, a floração e a produção.

Leite; Muller (1983), relacionando sombreamento e florescimento, mostraram que o sombreamento reduz em 67% o florescimento de plantas de 12 anos e em 50% em plantas com 50 anos.

Alvim (1986) e Almeida et al. (1987) observaram que a temperatura acima de 23 ºC favorece o florescimento e o número de lançamentos, sendo esse efeito intensificado no período diurno, na faixa entre 26 ºC e 30 ºC. Quanto a inibição do florescimento, Braudeau (1978) reporta que temperatura média inferior a 23 ºC reduz acentuadamente a floração, assim como a temperatura constante em 31 ºC nos períodos diurno e noturno, impede o florescimento.

3.4. Frutificação

Os mais importantes parâmetros determinantes do rendimento do cacaueiro estão relacionados aos seguintes fatores: (i) interceptação da luz, fotossíntese e capacidade de distribuição de fotoassimilados; (ii) eventos biológicos de manutenção e (iii) morfologia do fruto e fermentação das sementes, que podem ser modificados por fatores abióticos (ZUIDEMA et al., 2005; citados por ALMEIDA; VALLE, 2007).

De acordo com Alvim (1977), a disponibilidade de água no solo estimula a floração, reprodução, formação e enchimento de frutos. A frutificação do cacaueiro é influenciada pela disponibilidade de água seis meses antes da colheita, enquanto o peso da semente é correlacionado com a disponibilidade de água nos primeiros quatro meses de desenvolvimento do fruto.

Para Santos Filho (2019), as colheitas mais elevadas estão associadas à disponibilidade hídrica nos primeiros 70 dias de surgimento do fruto. Contudo, estudos realizados por Leite; Valle (2000) mostraram que altas produções de cacau têm relação com a elevação do nível do lençol freático e sua residência por mais de 15 dias, sob condição de precipitações maiores que 200 mm/mês, em períodos que antecedem a safra.

Muller; Valle (2012) reportam que quando há boa distribuição de chuvas, a colheita se estende por cerca de 10 meses, havendo um período de dois a três meses sem colheita (paradeiro), sendo a temperatura o fator determinante para definir a época de colheita, como ocorre na região Sul da Bahia. Na Colômbia, devido ao regime pluviométrico bimodal que ocorre nos principais municípios produtores do departamento de Santander, os produtores de cacau colhem duas safras por ano, sendo a primeira entre junho e agosto e a segunda entre novembro e janeiro. Contudo, quando há período seco prolongado, a colheita concentra-se em um tempo menor (SUÁREZ et al., 2021).

O ideal para o crescimento e produção do cacaueiro é a ocorrência de temperatura alta durante o dia, por volta de 26 ºC a 29 ºC, e mais amena durante a noite, entre 22 ºC e 24 ºC. Esta condição aumenta a atividade metabólica da planta durante o dia, elevando a produção de matabólitos, principalmente de açúcares, e ameniza a intensidade fisiológica durante a noite. Isso torna o metabolismo mais favorável no período de enchimento das sementes, possibilitando maior acúmulo de matéria seca, e, consequentemente, maior produção (ALMEIDA; VALLE, 2007). Esta é uma das condições que amplia o potencial do cacaueiro para altas produtividades nas regiões semiáridas com fertirrigação, na comparação com os plantios tradicionais de cacaueiros na Bahia.

De acordo com Alvim (1977), sob condições de maior temperatura ambiente e umidade no solo, o crescimento do fruto é mais rápido, variando entre 140 e 175 dias; em meses mais frios, os frutos completam a maturação entre 170 e 205 dias.

O período entre a fecundação da flor e o ponto de colheita dos frutos dura entre cinco e seis meses em regiões úmidas e sob condições de sombreamento. Alvim (1977), a fim de estimar o número de dias entre a fecundação da flor e a colheita do fruto, propôs a seguinte equação: $N = 2.500/(T-9)$, sendo que N é o número de dias entre a polinização e a maturação dos frutos, 2500 representa unidades de calor ou graus-dia de crescimento, T corresponde a temperatura média diária (temperatura máxima + temperatura mínima dividido por 2) após a polinização e 9 é a temperatura base em graus Célsius para o cultivo do cacau. As constantes podem ser ajustadas até que se defina um valor que possibilite 99% de acerto na estimativa.

Nas regiões do semiárido e do cerrado, caracterizadas pelo ambiente seco, onde faz-se uso da irrigação do cacaueiro, o período entre a fecundação da flor e o ponto de colheita dos frutos é reduzido em 30 dias, em média.

Clones de cacaueiros mais vigorosos caracterizam-se pela produção precoce. LEITE et al. (2012) reportam que o clone CCN 51 alcança boa produção nos anos iniciais, se as plantas tiverem disponibilidade de água no solo, arquitetura adequada, adubação, controle fitossanitário e manejo de plantas invasoras. Nestas condições, iniciam a fase economicamente produtiva a partir de 30 meses, obtendo pelo menos 25 frutos por planta ou mais.

3.4.1. Peco fisiológico

O peco fisiológico é responsável por perdas substanciais na produção de cacau; este fenômeno ocorre quando a carga de frutos é maior do que a capacidade de suporte fisiológico da planta, causando a paralisação no crescimento de bilros e frutos novos, os quais amarelecem, murcham e escurecem, ficando aderidos à planta (TOXOPEUS,1985, citado por SANTOS FILHO et al., 2019).

De acordo com Alvim (1977) e Muller; Valle (2012), o peco fisiológico é causado pela insuficiência de fotoassimilados no período em que a planta precisa atender suas necessidades metabólicas visando ao lançamento foliar, manutenção da carga de bilros e competição entre frutos de diferentes idades. Isso se torna mais acentuado sob condições de pouca disponibilidade de água no solo, desequilíbrio nutricional do cacaueiro ou a combinação entre estes eventos.

Alvim (1988) associa o peco fisiológico do cacaueiro a deficiência hídrica e nutricional da planta. O peco ocorre nos primeiros 90 dias após o pegamento da flor e se intensifica entre os 40 e 70 dias de desenvolvimento do fruto.

Sodré (2022) reporta que a emissão de folhas novas no mesmo período em que surgem frutos novos acarreta numa forte concorrência por fotoassimilados no cacaueiro (Figura 20). Outra importante competição se estabelece quando há concorrência em períodos simultâneos de florescimento e bilração (Figura 21), florescimento e frutificação (Figura 22), além do crescimento e enchimento de frutos de diferentes idades, que aumentam a demanda por fotoassimilados (Figura 23). O peco também é observado em áreas fertirrigadas com excesso de sombra (Figura 24), ocorrência de temperaturas extremas, estresse hídrico ou excesso de água, deficiência nutricional, principalmente de potássio, excesso de nitrogênio, podas severas ou em épocas inadequadas, e/ou ocorrência de doenças e pragas (Figuras 25 "a", "b", "c" e "d) (George Andrade Sodré, 2021/[4]. Informações Pessoais - pag.17). Tais condições exigem um manejo diferenciado, a fim de evitar perdas excessivas na produção.

**Figura 20. Concorrência por fotoassimilados na fase de lançamento foliar, bilração e frutificação.
Foto: Eimar Rosa (M. Libânio).**

Figura 21. Concorrência por foto-assimilados na fase concomitante de floração e bilração.
Foto: Eimar Rosa (M. Libânio).

Figura 22. Competição por foto-assimilados durante a fase de florescimento e frutificação.
Foto: José Basílio Leite (Ceplac).

Figura 23. Carga execessiva do cacaueiro com concorrência dos frutos por foto-assimilados.
Foto: José Basílio Leite (Ceplac).

Figura 24. Peco fisiológico do cacaueiro em área fertirrigada com excesso de sombra.
Foto: Adonias de Castro (Ceplac).

Figura 25. a) Competição entre frutos de diferentes idades; b) Peco em plantas submetidas a podas severas ou em período inadequado; c) Peco devido ao déficit ou excesso de água no solo; d) Peco causado por estresse devido a temperaturas baixas ou altas, baixa umidade relativa ou efeito do vento.
Fotos: George Sodré (Ceplac).

4. ELEMENTOS CLIMÁTICOS E OCORRÊNCIA SIMULTÂNEA DE EVENTOS FENOLÓGICOS DO CACAUEIRO EM QUATRO PERÍODOS DISTINTOS

As informações a seguir, apresentam os resultados do trabalho de Santos et al. (2020), que correlacionaram o efeito de elementos climáticos sobre os eventos fenológicos do cacaueiro, ocorridos em quatro períodos distribuídos entre os meses do ano na região Sudeste da Bahia. Nesta pesquisa, os autores fazem uma exposição didática, mostrando a relação entre os eventos citados e a ocorrência do peco fisiológico:

i) O primeiro período, transcorre entre o **final de julho e início de novembro**, quando há predominância de médias diárias de chuvas mais baixas e reduzida disponibilidade de energia térmica (Figura 26).

ii) O segundo período ocorre entre os meses de **novembro a janeiro**, em cinco fases, em que há boa disponibilidade de água (Figura 26) e elevação da temperatura (Figura 27), permitindo que o cacaueiro recomponha o índice de área foliar, aumente a atividade fotossintética e reduza o lançamento foliar.

a. Nesta fase, observa-se aumento da produção de fotoassimilados, gerando reservas capazes de sustentar o aumento da floração, a manutenção do final da safra e o inicio da bilração (Figura 28).

b. Trata-se de um período em que o peco fisiológico é reduzido.

c. A temperatura começa a elevar em **agosto**, aumentando o lançamento foliar, e supera a média de 23 ºC, a partir de **outubro**, quando a floração retoma o crescimento, mas ainda se mantém pouco intensa no decorrer da safra até **novembro** (Figura 27).

d. Essa etapa se caracteriza pelo aumento da atividade fotossintética do cacaueiro, o qual disponibiliza fotoassimilados para o enchimento de frutos da safra, que se estende até dezembro.

e. Neste período, mesmo com aumento da atividade fotossintética e disponibilidade de fotoassimilados, a carga excessiva da safra contribui para a elevação do peco fisiológico. O peco só decresce a partir de novembro com a descarga de frutos decorrente das colheitas (Figura 28).

iii) O terceiro período, que transcorre entre os meses de fevereiro a abril, tem início o enchimento dos frutos da safra temporã.

a. Esta é uma fase em que se observa intensa floração, o lançamento foliar se mantém em nível elevado e há demanda nutricional para o crescimento dos frutos da safra temporã (Figura 28).

b. Esses diferentes drenos provocam uma intensa competição por fotoassimilados, aumentando a intensidade de peco fisiológico.

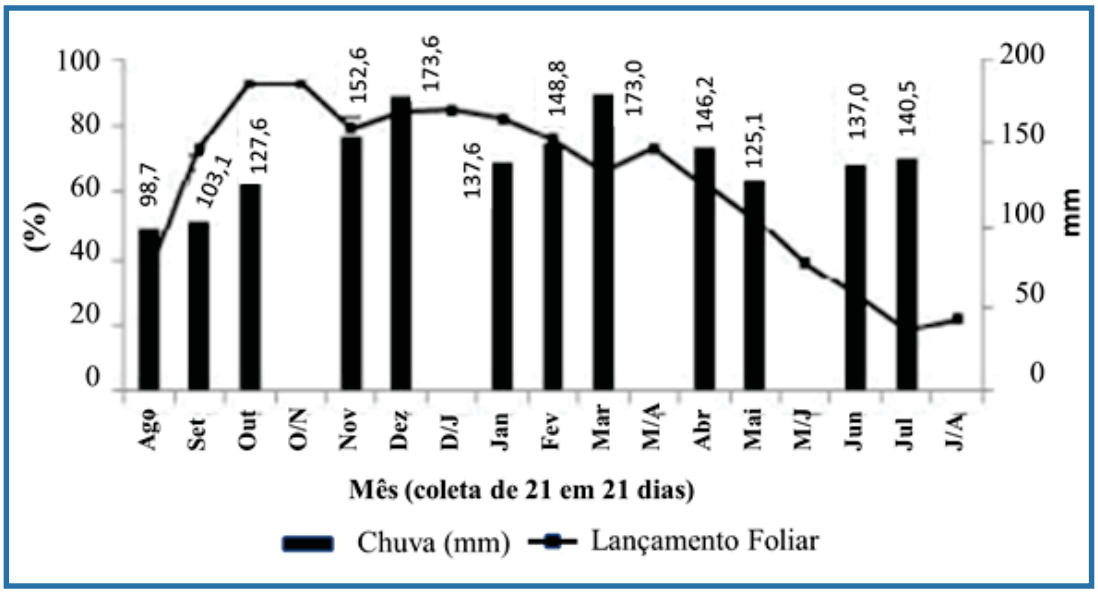


Figura 26. Média mensal da precipitação pluvial (mm) no período janeiro/1965-abril/2012 e média mensal do fluxo foliar relativo (%), período 1978/79-2011/12 (SANTOS FILHO et al., 2020).

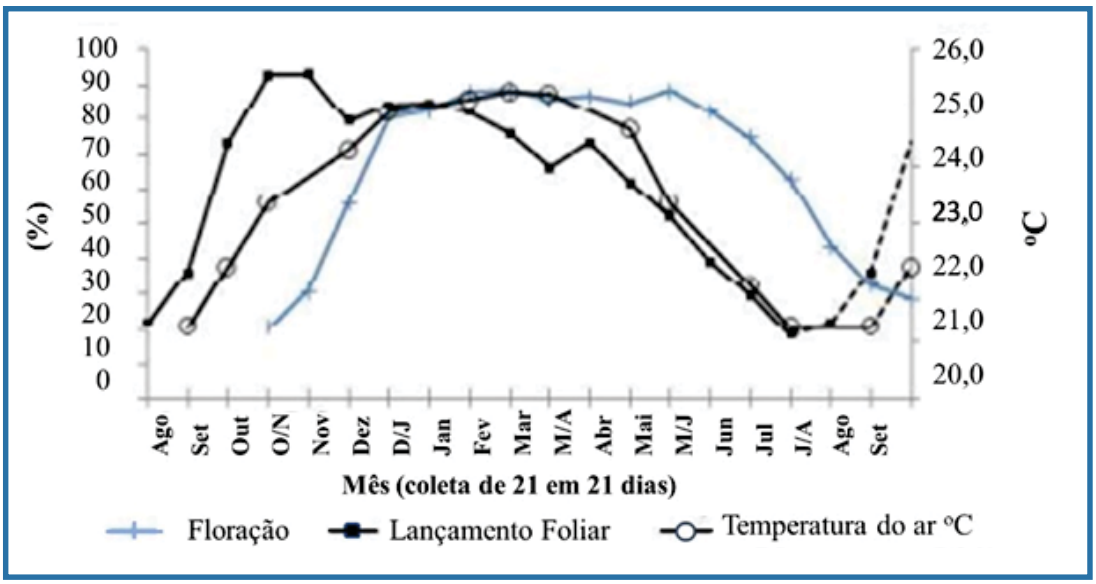


Figura 27. Porcentagem (%) de fluxo foliar relativo, floração e temperatura média do ar (°C), de 21 em 21 dias no período 1978/79 - 2011/12 (SANTOS FILHO et al., 2020).

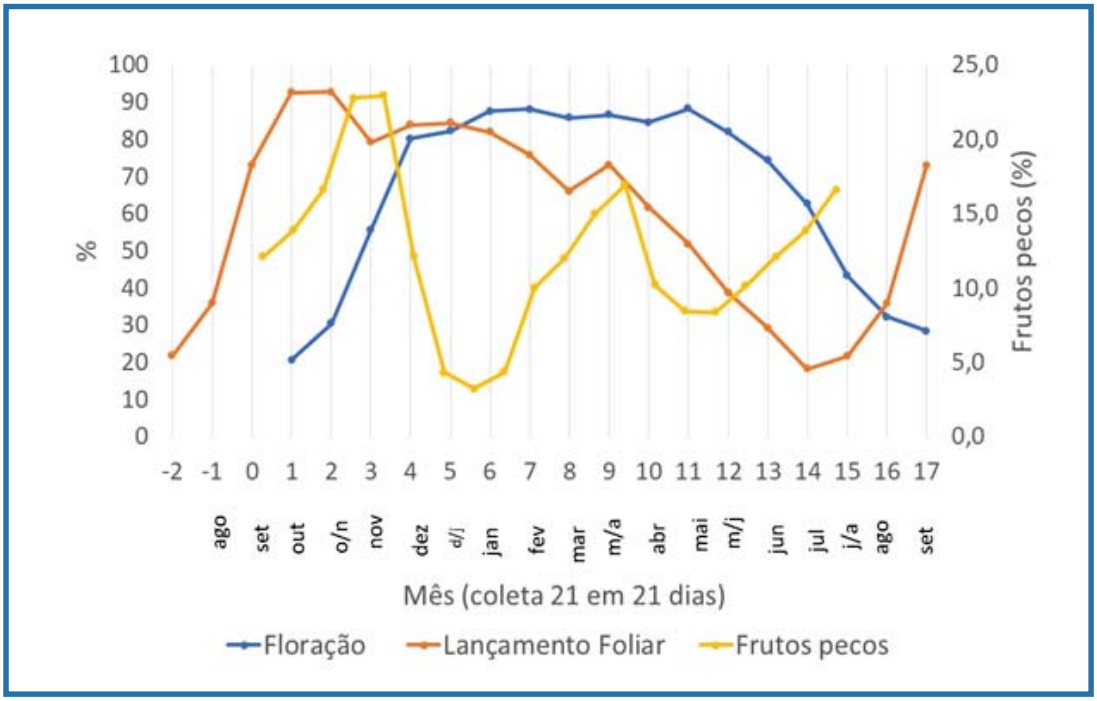


Figura 26. Percentual mensal (21 em 21 dias) de frutos pecos, fluxo foliar relativo (%) e floração (%), média do período 1991/92-2011/12, (SANTOS FILHO et al., 2020).

iv) O quarto período vai de abril a julho, meses em que há redução de temperatura (Figura 27), causando diminuição no nível de atividade metabólica do cacaueiro.

a. Nesse período há redução da intensidade de lançamento foliar e da floração (Figura 28). As reservas são priorizadas para a manutenção da safra temporã e enchimento dos frutos para a safra principal.

b. Devido à insuficiência de reservas para os processos metabólicos, aumenta a intensidade de peco fisiológico.

Esta pesquisa (SANTOS FILHO et al., 2020) explica de maneira consistente a ocorrência sazonal do peco fisiológico em plantios de cacaueiros e sua relação com os elementos climáticos e os eventos fenológicos, servindo como subsídio à adoção de estratégias de manejo visando à minimização do problema, como mencionado por Sodré (2022). Essas informações também sugerem que práticas de manejo como poda, nutrição e polinização devem levar em conta os eventos fenológicos do cacaueiro em conjunto e sua relação com o elementos climáticos.

5. REFERÊNCIAS

ALMEIDA, A. A. F. de; VALLE, R. R. Ecophysiology of the cacao tree. **Brazilian Journal Plant Physiol,** Sociedade Brasileira de Fisiologia Vegetal, 19 (4): 425-448, 2007.

ALMEIDA, H. A. de; MACHADO, R. C. R.; NOVA, N. A. V.; SILVA, W. S. da. Influência de elementos meteorológicos no lançamento foliar do cacaueiro. **Revista Theobroma,** Ilhéus, Bahia: Ceplac/Cepec, v. 7, n. 3, p.163-174, 1987.

ALMEIDA, H. A. de; SANTANA, S. O. de; SÁ, D. F. Zoneamento edafoclimático para a seringueira no sudeste da Bahia com enfoque na incidência do mal-das-folhas. **Revista Theobroma,** Ilhéus, Bahia: Ceplac/Ceplac, v. 17, n. 2, p. 111-123, 1987.

ALVIM, P. de T. Relações entre fatores climáticos e produção do cacaueiro. In: CONFERENCIA INTERNATIONAL DE INVESTIGACIÓN EM CACAO, 10., Santo Domingo, 1987. **Actas** [...] Lagos: Cocoa Producers' Alliance, 1988. p.159-167.

ALVIM, P. de T. *Theobroma cacao*. In: **Handbook of flowering.** Boca Raton: CRC Press, v. 5, p. 357-365, 1986.

ALVIM, P. de T. Flowering of cocoa. **Cocoa Growers Bulletin**., London, UK: Cadbury Bros, 35: 23-31, 1984.

ALVIM, P. de T. Recent studies on environmental physiology of cacao. In: INTERNATIONAL COCOA RESEARCH CONFERENCE, 7, Douala, 1979. **Proceedings** [...] London, J. de Lafforest and Transla-Inter Limited, 1981. p. 85-89.

ALVIM, P. de T. Cacao. In: **Ecophysiology of Tropical Crops.** Alvim, P. de T.; Kozloviski, T. T. (eds). New York: Academic Press, 1977. p. 279-313.

ALVIM, P. de T.; ALVIM, R.; SMITH, G. E. Ação de quebra-vento sobre o ocrescimento de mudas de cacau. **Informe Técnico,** Ilhéus, Bahia: Ceplac/Cepec, 1974, p. 29-30.

ARCE, M. P. **Manual de Cultivo del Cacao.** Lima, Peru: Ministério de Agricultura /Proamazonia, 2003. 100 p.

BARAHONA, J. V. Zonificación y ecología del cultivo. In: Carmen Suárez (Coordinadora); Manuel Moreira; Jaime Vera Barahona, **Manual del Cultivo de Cacao.** Pichilingue, Equador: INIAP, cap. 3, 1998. p. 17-23.

BASSI, R.; DALL'OSTO, L. Dissipation of light energy absorbed in excess: themolecular mechanisms. **Annual Review Plant Biology** v. 72, p. 47–76, 2021. doi: 10.1146/ annurev-arplant-071720-015522.

BATISTA, LEPIDO. **Guía Técnica el Cultivo de Cacao en la República Dominicana.** Santo Domingo, República Dominicana: CEDAF, 2009. 250 p.

BOA NOVA. **Dados do município de Boa Nova: Geografia.** Disponível em: https://www.boanova. ba.gov.br/site/dadosmunicipais. Acesso em: Ago. 2022.

BRAUDEAU, J. **El cacao: técnicas agrícolas y producciones tropicales.** Barcelona, Espanha: Blume, 1970. 297 p.

COMISSÃO EXECUTIVA DO PLANO DA LAVOURA CACAUEIRA (CEPLAC). Programa de Recuperação da Lavoura Cacaueira – 3ª e 4ª Etapas. A crise da lavoura cacaueira, condicionantes, ação governamental, análise e recomendações. **Nota Técnica.** Brasília, DF: Mapa/Ceplac, 2009. 33p.

CORAL, F. J. Ecofisiologia do cacaueiro. In: **Ecofisiologia da produção agrícola.** CASTRO, P. R. de ; FERREIRA, S.O.; YAMADA, T. (eds) Piracicaba: Potafos, 1987. p. 231-238.

ENRÍQUEZ, G. A. **Fenología y fisiología del cultivo del cacao.** Quevedo, Equador: Universidad Técnica Estatal Facultad de Ciencias Agrarias, 2006. 10 p.

ERNEHOLM, I. **Cacao production of South America, historical development and presente geographical distribution.** Gothenburg: C. R.Holmquist Boktyckeri Ab, 1948. 279 p.

HARDY, F. **Manual de Cacao.** Ed. espanhol. Turrialba, Costa Rica: IICA. 1961. 439 p.

HARDWICK, K.; ROBONSON, A. W.; COLLIN, H. A. Plant water status and thecontrol of leaf production in cocoa. In: INTERNATIONAL COCOA RESEARCH CONFERENCE, 9, 1984. Lomé: Togo. **Proceedings**... Lomé: 1984. p. 111-116.

JULY, W.; VARGAS, M.; CHÁVEZ, J.; MANSILLA, J. **Tecnologías de Producción de Cacao em Bolivia.** In: Comité Nacional de Coordinación del Programa ACCESO en Bolivia. La Paz: IICA/ACCESO, 2008. 113 p.

LEITE, J. B. V.; SODRÉ, G. A.; FONSECA, E. V. Plantio de cacau em novas áreas é um dos segredos para aumentar a produtividade. In: **Informe Econômico FNP.** São Paulo: Agrianual, 2016, p. 176-179.

LEITE, J. B. V.; FONSECA, E. V.; SODRÉ, G. A.; VALLE, R. R.; NASCIMENTO, M. N.; MARROCOS, P. C. L. Comportamento produtivo de cacau no semiárido do Brasil. **Revista Agrotrópica**, Ilhéus, Bahia: Ceplac/Cepec, v. 24, n. 2, p. 85-90, 2012.

LEITE, J. B. V. et al. Produção de Cacau em Regiões Semiáridas no Brasil. In: INTERNATIONAL COCOA RESEARCH CONFERENCE, 16 th. **Proceedings** [...]. Denpasar: Bali, Indonesia, v. I, 2009. p. 311-321.

LEITE, J. B. V. et al. É possível produzir cacau em regiões semiáridas? Quebrando um paradigma! In: INTERNATIONAL COCOA RESEARCH CONFERENCE, 15th. **Proceedings** [...]. San José: Costa Rica, v. I, 2007. p. 331-341.

LEITE, J. O.; VALLE R. R. Relação entre a precipitação, o lençol freático e a produção de cacau na Bahia. **Revista Agrotrópica,** Ilhéus, BA, 12: 67-74, 2000.

LEITE, R. M. de O.; MULLER, M. W. Influência da remoção foliar sobre a fenologia de cacaueiros expostos ao sol e à sombra. **Revista Theobroma,** Ilhéus, Bahia: Ceplac/Cepec, 13(3): p. 203-210, 1983.

LELLIS, W. T. **A temperatura como fator limitante da podridão-parda dos frutos do cacaueiro.** Salvador: Instituto de Cacau da Bahia. Departamento Técnico Agrícola, 1952. 6 p.

LOBÃO, D. E. **Agroecossistema cacaueiro da Bahia: cacau cabruca e fragmentos florestais na conservação de espécies arbóreas.** Tese (Doutorado em Agronomia) – Faculdade de Ciências Agrárias e Veterinárias, Universidade Estadual Paulista, Jaboticabal, São Paulo, 2007. 98 p.

LOBÃO, D. E.; LOBÃO, E. de S. P.; SETENTA, W. C.; ALMEIDA, L. A.; SILVA, M. A. S.; LEOPOLDINO, F. S.; GOES, M. A. T.; SODRÉ, G. A. Sustentabilidade no sistema agossilvicultral cacaueiro. In: **Cacau, cultivo, pesquisa e inovação.** José Olímpio de Souza Júnior, Org. Ilhéus, Bahia: Editus, 2018. p. 525-558.

LOZANO, J. G.; CARRASCAL, M. R.; ORTIZ, L. A. **Evaluación edafoclimática de las tierras del trópico bajo colombiano para el cultivo de cacao.** Bogotá: Corporación Colombiana de Investigación Agropecuaria (Corpoica), 2007. 158 p. (Informe final de proyecto).

MENDES, F. A. T.; MULLER, M. W.; ALBUQUERQUE, P. S. B. de. **Cartilha de Boas Práticas na Lavoura Cacaueira no Estado do Pará.** Belém, PA: Mapa/Ceplac, 2020. 64 p.

MULLER, M. W.; PINHO, A. F. S. Preparo de área e proteção dos cacaueiros. In: PINHO, A.F.S.; MULLER, M. W.; SANTANA, M. B. M. (Eds.) **Sistema deprodução de cacau no Recôncavo da Bahia.** Ilhéus, Bahia: Ceplac/Cepec, 1992. 73 p.

MULLER, M. W.; VALLE, R. R. Ecofisiologia do Cacaueiro. In: **CiênciaTecnologia e Manejo do Cacaueiro.** Raúl René Valle, Editor. 2 ed. Ilhéus, Bahia: Ceplac/Cepec, 2012. p. 31-66.

NOLASCO, G. M. **Análise da Paisagem das Unidades de Conservação de Boa Nova, Bahia, Brasil.** 2017. Orientador: Raymundo José de Sá Neto. Dissertação (Mestrado em Ciências Ambientais) - Ciências Ambientais, Universidade Estadual do Sudoeste da Bahia, Itapetinga, Bahia, 2017. 76p.

SAAVEDRA, M. M.; TAMARIZ, E. E.; AGUILAR, L. M.; CASTILLO, J. C. R. **Manual Manejo Técnico del Cultivo de Cacao Blanco de Piura.** 1 ed. Lima: Ministerio de Agricultura, 2012. 71 p.

SÁNCHEZ, M. A. A.; LEÓN, D. G.; ARCE, S. M.; LÓPEZ, T. D.; LÓPEZ, P. M. **Manual técnico del cultivo de cacao: prácticas latinoamericanas.** San José: IICA, 2017. 165 p.

SANTOS FILHO, L. P. dos. Perfis temporais do fruto bilro na região cacaueira da Bahia, anos agrícolas 1977/78-2018/19. **Boletim Técnico,** Ilhéus, Bahia: Ceplac/Cepec, n. 217, 2019. 18 p.

SANTOS FILHO, L. P. dos; LUZ, E. D. M. N.; VALLE, R. R.; MULLER, M. M. Considerações sobre a fenologia de lançamento foliar, floração e frutificação do cacaueiro na região Sudeste da Bahia. **Boletim Técnico,** Ilhéus,Bahia: Ceplac/Cepec, n. 218, 2020. 26 p.

SEIXAS, B. L. S. **Água: Usos, características e potencialidades.** Cruz das Almas, Bahia: Nova Civilização, 2004. 367 p.

SENA GOMES, A. R.; KOZLOWSKI, T. T. Responses of seedlings of two varieties of *Theobroma* cacao to wind. **Tropical Agriculture,** Trinidad, v. 66, n. 2, p. 137-142, 1989.

SETENTA, W. C.; LOBÃO, D. E. **Conservação produtiva: cacau por mais 250 anos.** Itabuna, Bahia: s. e., 2012. 190 p.

SODRÉ, G. A. Peco fisiológico do cacaueiro: teorias mais aceitas. In: **THEO – assistente virtual da Nestlé,** 2022, 5 p. Disponível em: https://www.mercadodocacau.com.br/artigo/theo-nova-tecnologia-da-nestle-dara-suporte-a-produtores-de-cacau. Acesso em: 28 jul. 2022.

SODRÉ, G. A. **Cultivo do Cacaueiro no Estado da Bahia.** Ilhéus, Bahia: Ceplac/Cepec, 2017. 126 p.

SODRÉ, G. A.; LEITE, J. B. V. "Sistema Candelabro": Proposta para Cultivo Intensivo de Cacaueiro. **Revista Agrotrópica,** Ilhéus, Bahia: Ceplac/Cepec, 30 (2): 135 – 146, 2018. (Nota Científica).

SODRÉ, G. A.; MARROCOS, P. C. L.; SARMENTO, D. A. Cultivo do cacaueiro no estado do Ceará. **Boletim Técnico,** Ilhéus, Bahia: Ceplac/Cepec, n. 209, 2017. p. 1-34.

STRINGFIXER. **Harmattan.** Disponível em: https://stringfixer.com/harmattan. Acesso em: Jun. 2022.

SUÁREZ, Y. Y. J.; AGUDELO, G. A.; DAZA, E. Y. B.; ESTRADA, G. A. R.; MOLINA, J. R. **Modelo productivo para el cultivo de cacao *(Theobroma cacao*) para el departamento de Santander.** Mosquera: Agrosavia, 2021. 168 p.

CAPÍTULO 4

Solos para o cultivo do cacaueiro

SOLOS PARA O CULTIVO DO CACAUEIRO

Adonias de Castro Virgens Filho, Quintino Reis de Araujo
Sandoval Oliveira de Santana (in memoriam)

1. SOLOS PARA O CACAUEIRO

O solo é de importância fundamental para a fixação e desenvolvimento das raízes, nutrição das plantas e alcance de boas colheitas. As propriedades físicas, químicas e biológicas de um solo, como a textura, estrutura, composição química, matéria orgânica (MO), presença de macro e microrganismos, água e ar, dependem da sua origem e da interação com o clima e o relevo (PAIVA et al., 2018).

No cultivo do cacaueiro, quando os atributos do solo são associados ao bom manejo da cultura, são alcançadas condições adequadas à disponibilidade de água e nutrientes, indispensáveis ao crescimento do sistema radicular, desenvolvimento da planta e produção de frutos (SUAREZ et al., 2021).

Nas relações edáficas com os sistemas produtivos de cacau, assim como nas diversas formas agroecológicas dos cultivos por todas as partes da terra, os solos são essenciais para a qualidade de vida e bem-estar das pessoas, por meio dos serviços ambientais que oferecem (LOUREIRO; DANTAS; ARAÚJO, 2018).

De acordo com Sánchez et al. (2017) e Suárez et al. (2021), o solo ideal para o cacaueiro deve ter profundidade efetiva de 1,5 m, salvo no caso dos solos férteis, que podem apresentar profundidade mínima de 1,0 m; a textura deve ser média, podendo ser franco, franco-argilosa ou franco-arenosa, apresentando 300 g kg^{-1} a 400 g kg^{-1} de argila, 500 g kg^{-1} de areia e 100 g kg^{-1} a 200 g kg^{-1} de silte, respectivamente; estes solos devem conter porosidade entre 10 e 66% e boa capacidade de aeração, drenagem e retenção de umidade. Para que os solos assegurem crescimento vigoroso e elevada produção de amêndoas de cacau é necessário que sejam ricos em nutrientes, apresentem conteúdo de matéria orgânica acima de 30 g kg^{-1}, relação C/N mínima de 9,0 e possuam pH entre 6,0 e 6,5.

Os solos aluviais, argilosos e profundos, com subsolo permeável são considerados como muito bons para o cultivo do cacaueiro. Os solos arenosos são menos indicados porque não permitem a retenção mínima de umidade para satisfazer a necessidade de água das plantas. Solos de cor escura na superfície são geralmente melhores, porque são menos lixiviados (ARCE, 2003).

Em sentido geral, o cacaueiro pode se adaptar a variados tipos de solo, desde que sejam asseguradas boas condições físicas e práticas de manejo que permitam à adequação das condições químicas para o seu crescimento e produção. Simultânea e preferencialmente, é desejável que apresentem boas condições químicas e biológicas.

2. FATORES EDÁFICOS QUE INTERFEREM NO DESENVOLVIMENTO E PRODUÇÃO DO CACAUEIRO

2.1. Profundidade do solo

A profundidade do solo mínima de 1,0 m assegura o pleno desenvolvimento da raiz pivotante do cacaueiro (SÁNCHEZ et al., 2017). Segundo Hardy (1975), o crescimento desta raiz em diâmetro influencia diretamente na produtividade.

Recomenda-se a profundidade de 1,0 m para regiões onde as chuvas são bem distribuídas, enquanto nas zonas com chuvas menos intensas ou com distribuição irregular, a profundidade mínima deve ser de 1,5 m (PAIVA et al., 2018).

Com base em experiências realizadas com o cacaueiro por mais de cinco décadas, considera-se como boa profundidade, quando as raízes do cacaueiro alcançam entre 1,20 m e 1,80 m do solo, intervalo que abrange a profundidade de 1,50 m, considerada como ideal para a maioria dos autores (CHEPOTE et al., 2012).

2.2. Textura

Uma boa textura do solo deve apresentar capacidade de retenção e drenagem da água, possibilitar temperatura adequada na rizosfera, facilitar o movimento da solução do solo, a circulação de ar, as trocas catiônicas e permitir a penetração das raízes (SUÁREZ et al., 2021).

Nas áreas com período seco definido, a textura argilosa ou franco-argilosa é mais adequada, devendo os solos serem de fácil drenagem nas épocas chuvosas (PAIVA et al., 2018).

Os solos arenosos apresentam pouca retenção de umidade, permitem intensa lixiviação de nutrientes e apresentam baixo teor de matéria orgânica (ARCE, 2003; SÁNCHEZ et al., 2017). A textura arenosa ou franco-arenosa é mais adequada nas áreas com alta precipitação e chuvas bem distribuídas, devendo o lençol freático ser mais alto (CHEPOTE et al., 2012).

Hardy (1975) reporta que solos com proporção elevada de areia de tamanho médio são inapropriados para o cacaueiro, salvo quando as chuvas são bem distribuídas e as práticas de manejo atendem às necessidades nutricionais da cultura. Para Martins; Augusto (2012), a produtividade do cacaueiro é menor em solos de

textura franco-argilo-arenosa com boa proporção de areia grossa na camada subsuperficial, entre 30 e 50 cm de profundidade.

Com referência ao teor de silte, Souza Júnior et al. (1999) reportam que solos siltosos estão associados à menor produção do cacaueiro. Estes solos apresentam baixa capacidade de retenção de água e maior impedimento físico, dificultando o desenvolvimento do sistema radicular.

É importante considerar que as condições físicas de um solo não podem ser facilmente modificadas, devendo ser evitados os solos que não atendam aos requisitos mínimos (SÁNCHEZ et al., 2017).

2.3. Estrutura do solo

A estrutura do solo diz respeito à organização das unidades ou agregados que são compostos, geralmente, por argilominerais, silte, areia e matéria orgânica. A estrutura descrita em todos os horizontes depende da composição formada pela integração das seguintes características: i) consistência dos agregados - fraca, moderada ou forte; ii) forma dos agregados - granular, blocos angulares ou subangulares, prismática ou colunar, laminar e maciça; iii) tamanho dos agregados - muito pequena, pequena, média e grande (CAVEDON, 2022).

Silva (1979) considera que os bons solos para o cacaueiro devem apresentar estrutura granular de moderada a forte no horizonte A e estrutura em blocos subangulares de moderada a forte nos horizontes subsuperficiais.

2.4. pH

O pH do solo regula a velocidade de decomposição da matéria orgânica e tem influência sobre a disponibilidade de nutrientes. O cacaueiro se desenvolve melhor sob condições de solo com pH entre 6,0 e 6,5, faixa que permite bons rendimentos. Solos ácidos devem ser manejados com o emprego de calagem e gessagem (SAAVEDRA et al., 2012).

2.5. Matéria orgânica

O conteúdo de MO no solo é influenciado pelo clima, o pH e a presença de microrganismos. A MO tem papel relevante sobre as condições físicas, químicas e biológicas do solo; especialmente sob condições de chuva, ela contribui para a agregação das partículas, estabilizando a estrutura do solo, evitando sua desintegração. A MO regula a temperatura do solo, aumenta a capacidade de retenção de água e reduz as perdas de nutrientes (ARCE, 2003).

A MO é uma fonte de nutrientes para as plantas; ela melhora a capacidade de troca catiônica, reduz a toxidez de alumínio e manganês dos solos ácidos, e diminui a fixação de fósforo. O húmus é um produto da decomposição da matéria orgânica

e se constitui em importante depósito de cálcio, magnésio e potássio, que serão úteis às plantas (MALAVOLTA, 1980).

No cultivo do cacaueiro, o teor ótimo de MO no solo deve ser de 35 g kg^{-1} com valor mínimo aceitável de 20 g kg^{-1} do peso total em matéria orgânica (SILVA e CARVALHO FILHO, 1971). Havord (1961) apresentou uma faixa mais ampla, associando a MO à textura do solo, como descrito a seguir: nos solos arenosos e francos, o teor ótimo de matéria orgânica é de 25 g kg^{-1}; solos argilosos e siltosos, o teor ótimo é de 20 g kg^{-1}. Entretanto, outros autores, consideram adequado o teor mínimo de 30 g kg^{-1}, independentemente da textura do solo (SMYTH, 1967; ARCE, 2003).

2.6. Relação C/N

A relação C/N reflete as condições do solo para o processo de mineralização ou humificação da matéria orgânica, quando alguns nutrientes são disponibilizados às plantas. Esse indicador dá ideia da qualidade do solo nos primeiros 15 cm de profundidade. A relação C/N = 9,0 é considerada como limite mínimo para a cultura do cacaueiro (HARDY, 1975; SÁNCHEZ et al., 2017).

2.7. Drenagem do solo

A drenagem do solo tem relação com a textura, o clima e o relevo, sendo importante para manter a umidade e a aeração adequadas. Solos com textura argilosa são mais sujeitos ao acúmulo de água, dificultando a aeração e, portanto, devem ser drenados. Em solos hidromórficos se observa um processo de oxirredução, dando surgimento a presença de óxido de ferro e manganês na forma reduzida ou oxidada (ARCE, 2003; SAAVEDRA et al., 2012). Estas alterações na química do solo têm influência sobre a respiração das raízes, podendo causar a morte do sistema radicular (SÁNCHEZ et al., 2017).

2.8.Topografia do solo

O cultivo do cacaueiro é facilitado em relevo plano ou ligeiramente declivoso, pois isso permite a mecanização, reduz a perda de água e nutrientes por erosão e diminui as despesas com práticas de conservação do solo, que são necessárias em áreas com declividade superior a 15% (SAAVEDRA et al., 2012; SÁNCHEZ et al., 2017).

A equipe de pesquisadores da área de solos e nutrição de plantas do Centro de Pesquisas do Cacau da Ceplac reportou sobre os atributos dos solos que favorecem ao cultivo do cacaueiro e os aspectos edáficos relacionados ao seu desenvolvimento e produção (ARAUJO et al., 2019). No citado trabalho, há um amplo levantamento de resultados gerados pela ciência do solo para o cacaueiro.

3. PROPRIEDADES DOS SOLOS QUE LIMITAM O CULTIVO DO CACAUEIRO

Os solos alagadiços, pantanosos, pouco profundos ou com relevo muito acentuado não são apropriados ao cultivo do cacaueiro. Solos excessivamente arenosos são inadequados devido à baixa retenção de água, ocorrência de erosão e pobre disponibilidade de nutrientes para as plantas (SÁNCHEZ et al., 2017).

Solos que apresentam compactação, camadas lateríticas em sua parte superior, presença de rocha contínua, ou má drenagem, prejudicam a disponibilidade de água, nutrientes e oxigênio para o cacaueiro, além de dificultarem o desenvolvimento das raízes.

Solos com horizontes compactados (Duripans e Fragipans) formam camadas altamente cimentadas pela sílica, ferro, manganês e alumínio, em condições secas, tornando-se quebradiços e com tendência a ruptura. Esses solos possuem alto teor de argila, alta densidade (Ds) e baixo teor de matéria orgânica; por esta razão, eles colapsam quando secos e fraturam quando molhados.

Solos excessivamente argilosos limitam a circulação de ar, apresentam excesso de água no período chuvoso e escassez no período mais seco. São solos que prejudicam o desenvolvimento do sistema radicular em profundidade e limitam a capacidade de absorção de nutrientes pelas plantas.

4. SOLOS DA REGIÃO CACAUEIRA DO SUDESTE DA BAHIA

A partir de 1966, a Ceplac realizou o levantamento dos solos da Região Cacaueira do Sudeste da Bahia, em colaboração com o Instituto Interamericano de Ciências Agrícolas, da Organização dos Estados Americanos, e apresentou uma descrição detalhada da diversidade geológica, pedológica e do uso potencial desses solos, gerando importantes subsídios para as recomendações de aplicação de corretivos e fertilizantes, tecnologia bastante utilizada nas décadas de 70 (SILVA et al., 1975) e 80, quando houve abundante incentivo de crédito rural e assistência técnica efetiva para os produtores.

No diagnóstico realizado por Silva et al. (1975) verificou-se que a região Cacaueira do Sudeste da Bahia possui uma área de 91.819 km^2, onde foram descritas 30 unidades cartográficas, distribuídas em oito agrupamentos de solos. A nomenclatura dos solos apresentada nesse trabalho foi atualizada por Santana et al. (2002) com base no Sistema Brasileiro de Classificação de Solos, coordenado e implantado, a partir de 1999, pela Sociedade Brasileira de Ciência do Solo (SBCS).

O primeiro mapa de solos foi elaborado por Silva et al. (1975), sendo, posteriormente, atualizado por Santana et al. (2010) e reportado por Araújo et al. (2019), conforme a Figura 1. A quase totalidade destes solos é descrita a seguir com

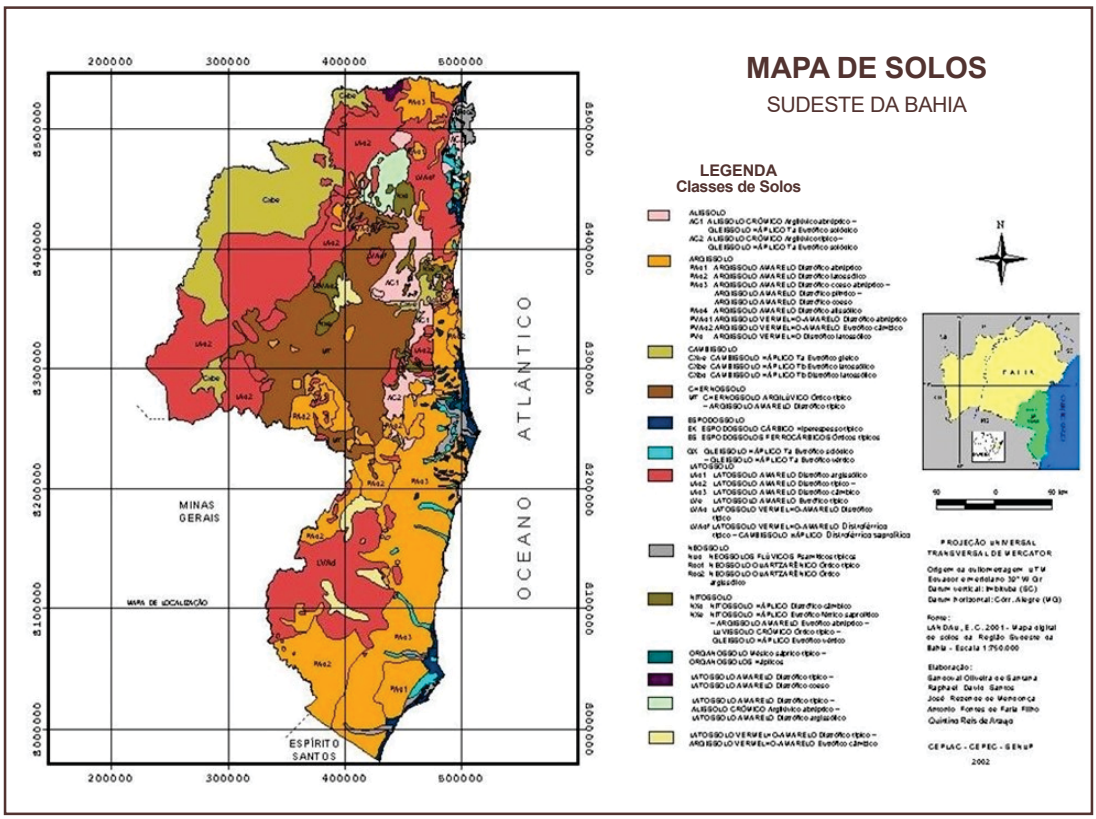


Figura 1. Mapa de Solos do Sudeste da Bahia, elaborado originalmente por Silva et al. (1975) e atualizado por Sandoval Oliveira de Santana e Antônio Fontes de Faria Filho.
Fonte: Santana et al. (2010); Araujo et al. (2019).

o propósito de resgatar, sintetizar e ilustrar o rico acervo de informações geradas pelos citados autores e pela Ceplac, complementadas por outras literaturas científicas, a exemplo de Chepote et al. (2012) e Araujo et al. (2019).

4.1. Solos com Horizonte Argílico

Estes solos são dotados de um horizonte iluvial, onde acumulam-se argilas silicatadas em quantidades significativas; as argilas que se deslocam de um horizonte para outro são de menor diâmetro e representam, apenas, uma parte das argilas existentes, não diferindo quanto a constituição.

O horizonte argílico (B textural) é melhor identificado pela cerosidade presente nas diferentes faces das unidades estruturais das argilas. Eles estão distribuídos nos seguintes grupos: i) Alfisol – Tropudalfs, eutróficos (Cepec Modal, Cepec Rochoso, Cepec Diaclasado); ii) Ultisol – Tropudults, mesotróficos (variação Itabuna Modal; variação Morro Redondo; variação São Paulinho). Tropudults mesotróficos e

endodistróficos, com ocorrência de representantes Tropudults (variação Camacã). Tropudults distróficos (variação Vargito; variação São Mateus; variação Cururupe; variação Nazaré). iii) Molisol - Argiustolls, horizonte A mólico (Itamirim); iv) Alfisol não saturado com água - Haplustalfs, eutrófico (localização estrada Jordânia-Maiquinique).

4.1.1. Tropudalfs (solos eutróficos – saturação de bases acima de 50% no horizonte diagnóstico)

Os Tropudalfs são solos eutróficos, derivados de rocha de caráter básico ou intermediário; eles apresentam predominância de granulitos de composição variável entre diobrótica e gabróica, ricos em anfibólios e, em casos esporádicos, com teor de apatita, rochas alcalinas, pegmatitos e outros. Entre estes solos, incluem-se as unidades Cepec Modal, Cepec Rochoso e Cepec Diaclasado.

4.1.1.1. Solos Tropudalfs variação Cepec

Unidade: Cepec Modal
Classificação: Nitossolo Háplico eutroférrico cambissólico, Alfisol.

Características gerais: são solos de clima úmido com elevada fertilidade natural, moderadamente profundos (acima de 80 cm) e fase floresta perenifólia. São muito bons para o plantio do cacaueiro pela fertilidade apresentada, riqueza mineralógica e boa retenção de umidade. São solos encontrados no agrossistema Almada, sendo muito presentes no eixo Ilhéus-Itabuna e seu entorno, mas também podem ser vistos em outros agrossistemas. Diferem dos solos Cepec Rochoso e Cepec Diaclasado pela composição mineralógica (Figura 2a).

Relevo, drenagem e erosão: o relevo é suave ondulado a ondulado e, em alguns casos, montanhoso; a drenagem é moderada com erosão laminar ligeira, mas nos representantes de relevo montanhoso, a erosão é minimizada por *boulders* que retém a umidade.

Origem: são solos derivados de rochas de caráter básico ou intermediário do Proterozóico.

Gradiente textural: A Moderado; baixo a médio na sequência dos horizontes.

V%, S, CTC, pH e Al^{+++}: são solos eutróficos (V% > 50 %) e com soma de bases elevada; possuem horizonte B Nítico, hipereutrófico, com saturação de bases (V%) entre 60% e 90%, moderadamente ácidos ou praticamente neutros com pH em torno de 6,0. São solos que não apresentam Al^{+++} trocável no horizonte A, podendo apresentar em profundidade, mas em baixos teores.

Matéria orgânica: a matéria orgânica está presente na camada superficial (> 35 g kg^{-1}), mas decresce abruptamente do horizonte A para as camadas inferiores. O horizonte A apresenta macroporos de atividade biológica.

Textura e estrutura: a textura é média a argilosa de consistência firme e friável; a estrutura é granular e moderadamente desenvolvida, com boa retenção de umidade. A espessura no horizonte A fica entre 20 e 40 cm. O horizonte B apresenta espessura variando de 30 a 100 cm, textura argilosa e, muitas vezes, muito argilosa (mais de 60% de argila); a estrutura é em blocos subangulares e, muitas vezes, angulares, firme, plástico, pegajoso, apresentando cerosidade. Possuem epipedon ócrico.

Análise mineralógica: têm predominância de granulitos e composição variável entre dioritos gabros, muitas vezes ricos em anfibólios e notável teor em apatita, em casos esporádicos; também apresenta rochas alcalinas, pegmatitos e outros. Podem ocorrer rochas intemperizadas nos horizontes B e C, e minerais cauliníticos, ilita e montmorilonita na fração argila; na fração areia podem ser encontrados feldspatos

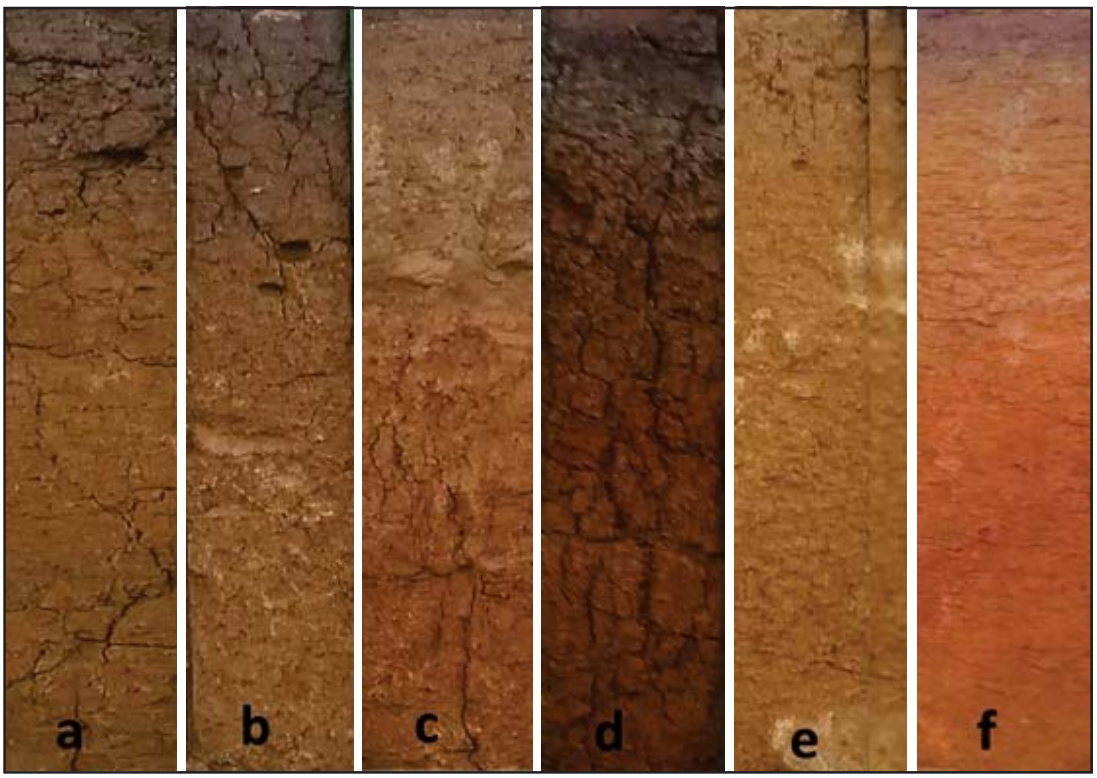


Figura 2. Unidades de solo: a) Cepec Modal; b) Cepec Diaclasado; c) Itabuna Modal; d) Camacã; e) Morro Redondo; f) São Paulinho.
Fonte: Coleção de monolitos da Ceplac/Cepec, Ilhéus, Bahia.
Fotos: Adonias de Castro (Mapa/Ceplac/Cepec).

intemperizados em quantidades elevadas, além de traços de anfibólio, epidoto e apatita. O material originário é composto de: charnokito-gnaiss, granodiorito, nefelina-sienito, feldspato-biotita-xisto, cálcio-alcali-granito e quartzo.

Cores: possuem cores brunadas no horizonte A com presença de cerosidade (brilho fosco). O horizonte B apresenta cor bruno-amarelo escuro. O horizonte C possui cor avermelhada, rico em minerais semi-intemperizados, sendo menos argiloso e espesso.

Unidade: Cepec Diaclasado
Classificação: Argissolo Amarelo eutrófico abrúptico, Alfisol

Características gerais: Tratam-se de solos eutróficos, abrúpticos, Ta, A moderado, textura argilosa, fase floresta perenifolia, relevo suave ondulado a ondulado. São solos bons para o plantio do cacaueiro (Figura 2b). O Cepec Diaclasado é o representante menos profundo dos solos Cepec, sendo dotado de horizonte com rochas diaclasadas ou fragmentadas (fendas que aprecem no corpo de uma rocha sem deslocamento das partes fraturadas).

4.1.2. Tropodults (Ultissols – saturação de bases inferior a 50% no horizonte diagnóstico)

4.1.2.1. Solos Tropudults variação Itabuna

Unidade: Itabuna Modal
Classificação: Argissolo Vermelho-Amarelo, mesotrófico, Ultisol.

Características gerais: são solos mesotróficos (média saturação de bases), presentes em clima úmido, profundidade efetiva média entre 80 e 150 cm e fase floresta perenifolia. Devido a fertilidade natural média a alta, riqueza mineralógica e satisfatória retenção de umidade são bons para o cacau, outras culturas perenes e pecuária. Presentes no Agrossistema Almada (Itabuna, Buerarema, Juçari, Itapé e Barro Preto) (Figura 2c).

Relevo, drenagem e erosão: relevo suave ondulado a ondulado com vertentes convexas e estreitos vales em V aberto, moderadamente drenado e erosão laminar ligeira.

Origem: são relacionados a rochas gnaíssicas e granulitos de caráter intermediário do Proterozóico/Arqueano.

Relação textural: alta (B/A > 2,5). Horizonte A provido de A_2, espessura de 25 a 40 cm, nítida diferenciação entre os horizontes B e C. Abrúptico, Ta.

Matéria orgânica: a MO é inferior a 25 g kg^{-1} na superfície, decrescendo em profundidade.

V%, CTC, P assimilável, pH, Al^{+++}: possuem V% entre 30% e 50% (mesotróficos) até mais de 1,0 m de profundidade, mas há perfis em que se observa V% entre 50% e 70% no horizonte A e V% elevado em profundidade, enquanto em outros se registra V% entre 40% e 60% no horizonte A e entre 20 e 40% no horizonte B. Isso ajuda a confundir sua classificação. A soma de bases é média no horizonte A, decrescendo em profundidade; a CTC varia de média a alta (6 a 24 $cmol_c$ dm^{-3}). Há baixa presença de fósforo: P > 6mg dm^{-3}, exigindo adição na exploração do cacaueiro. O pH em água varia de 5,5 a 6,0. O Al^{+++} é inexistente no horizonte A, podendo existir em profundidade, mas em teores diminutos, variando de 8% a 10% no horizonte B.

Textura e estrutura: textura franco argilo-arenosa a franco-arenosa no horizonte A, argilosa a muito argilosa no horizonte B; estrutura em blocos subangulares e presença de mosqueamento, a depender da posição topográfica.

Análise mineralógica: areia grossa e areia fina com presença de grãos quartzo de cor cinzenta e leitosa; concreções argilosas, ferruginosas e manganosas; traços de ilmenita, ilmenita magnética, biotita alterada, feldspato alterado, opala, apatita e detritos vegetais. Na fração cascalho predominam: quartzo, fragmentos de rocha intemperizados e detritos vegetais, concreções argilosas, ferruginosas e manganosas.

Cor: bruno-escuro a bruno-forte no horizonte A, presença de cerosidade (brilho fosco); cor bruno-amarelado escuro, vermelho-amarelado, avermelhado a vermelho escuro no horizonte B.

4.1.2.2. Solo Tropudults variação Camacã

Unidade: Camacã, anteriormente denominada Vargito Eutrófico
Classificação: Argissolo Vermelho-Amarelo distrófico típico, Ultisol.

Características gerais: são solos bastante cultivados com o cacau, formando manchas contínuas com o Vargito associado a unidade Água Sumida e estão presentes nas áreas montanhosas de Camacã, Mascote, estrada Vargito-Canavieiras, Ilhéus e Castelo Novo, sendo pertencentes a fase floresta perenifolia. Estes solos possuem alta saturação de bases no horizonte A, mas há situações em que apresentam V% médio em todo o perfil ou apenas no horizonte A. Por isso, às vezes, são caracterizados como mesotróficos e endodistróficos com horizonte B textural derivado de rochas metassedimentares. São moderadamente profundos a profundos e com mosqueamento nos horizontes inferiores (Figura 2d).

Relevo, drenagem e erosão: suave ondulado, ondulado (presença de vertentes ligeiramente convexas), a forte ondulado (constituído de outeiros e morros). A drenagem é moderada e a erosão ligeira a moderada.

Origem: são derivados de rochas sedimentares do Cretáceo; originário de granulitos básicos e intermediários com gnaisse a biotita e núcleos de granito. Presença de aloisita e goetita na fração argila e feldspatos intemperizados na fração areia.

Horizontes: o horizonte A, algumas vezes provido de A_2, é pouco espesso (18 a 30 cm). O horizonte B possui espessura variando entre 50 a 100 cm.

Matéria orgânica: a MO é superior a 35 g kg^{-1} na superfície, decrescendo em profundidade.

V%, CTC, pH e Al^{+++}: o horizonte A apresenta alta saturação de bases, mas a saturação pode ser média em todo o perfil, variando de 30% a 50%. No horizonte B passa a valores entre baixos e médios, podendo ser distróficos ou mesotróficos. A soma de bases na superfície é de moderada a alta (5 $cmol_c$ dm^{-3}) com tendência a reduzir em profundidade. A CTC é superior a 16 $cmol_c$ dm^{-3} de argila e raramente ultrapassa a 24 $cmol_c$ dm^{-3} de argila. O pH na superfície é sempre > 5,5, o que o diferencia da unidade Vargito, solo de mesma origem, porém distrófico (V% < 30%) e com pH subsuperficial < 5,0. Possuem Al^{+++} desde a superfície, mas com valores baixos que aumentam com a profundidade, coexistindo com valores elevados de cálcio e magnésio.

Análise mineralógica: apresenta areia grossa e areia fina com presença de grãos quartzo de cor cinzenta e leitosa; concreções argilosas, ferrigunosas e manganosas; traços de ilmenita, ilmenita magnética, biotita alterada, feldspato alterado, opala, apatita e detritos vegetais. Na fração cascalho predominam: quartzo, fragmentos de rocha intemperizados e detritos vegetais, concreções argilosas, ferruginosas e manganosas.

Textura e estrutura: têm textura argilosa a muito argilosa, muitas vezes com elevados teores de silte. Solos com horizonte B textural, derivados de rochas metassedimentares. Argila de atividade média a alta. O horizonte A é pouco espesso (18 a 30 cm) de textura mediana, muitas vezes provido de A_2, estruturado em grânulos e blocos. O horizonte B tem espessura variável de 50 a 100 cm e com textura argilosa a muito argilosa e estrutura em blocos com cerosidade (brilho opaco).

Cor: bruno-amarelada no horizonte A. O horizonte B possui cor avermelhada com mosqueamento. Presença de cerosidade (brilho fosco).

4.1.2.3. Solos Tropudults variação Morro Redondo

Unidade: Morro Redondo
Classificação: Nitossolo Háplico distrófico câmbico, Ultisol.

Características gerais: são solos mesotróficos de caráter epi-eutrófico e ocorrência de representantes endodistróficos; são profundos e argilosos, considerados bons para cacau, mas com limitações para mecanização. Típico de floresta perenifolia. Também usados para reflorestamento, pastagem e cultivos perenes. São solos presentes na região de Itajuípe, Coaraci e Barro Preto (Figura 2e).

Relevo, drenagem e erosão: o relevo é ondulado, forte ondulado e montanhoso, algumas vezes com desníveis entre 200 m e 350 m e muito declivoso. São moderadamente drenados e apresentam erosão laminar moderada ou mais acentuada nos maiores desníveis.

Origem: solos derivados de rochas intermediárias ou básicas do Arqueano/ Proterozóico Inferior.

Matéria orgânica: o teor de matéria orgânica nos primeiros 5 cm é em torno de 50 g kg^{-1} e superior a 20 g kg^{-1} na profundidade entre 20-30 cm.

V%, CTC, pH e Al^{+++}: o valor V% é em torno de 50% no horizonte A e se situa entre 30%-50% no horizonte B (solo mesotrófico de caráter epi-eutrófico). A soma de bases é satisfatória entre 30-40 cm, caindo para 3 $cmol_c$ dm^3 de solo no horizonte B. O pH medido em água é superior a 5,5 no horizonte A, decrescendo um pouco em profundidade. O Al^{+++} é baixo em todo o perfil.

Textura e estrutura: o horizonte A é pouco espesso (15-20 cm) de textura argilosa e o horizonte B com espessura superior a 100 cm com teor elevado de argila (> 60%) e baixo a médio teor de silte. Estrutura em bloco subangular e granular no hor. A e subangular no hor. B com estrutura maciça e cerosidade fraca.

Cor: bruno escuro (A_1), bruno amarelo-escuro (A_3), bruno amarelado (B_1) e bruno forte e vermelho amarelado (B_4).

4.1.2.4. Solos Tropudults variação São Paulinho

Unidade: São Paulinho
Classificação: Argissolo Vermelho-Amarelo distrófico abrúptico, Ultisol.

Características gerais: solos eutróficos no horizonte A (epieutróficos), mesotróficos no horizonte B e às vezes endodistróficos. Abrúpticos, Tb, A

moderado, textura média-argilosa, fase floresta subperenifólia a subcaducifolia. Solos medianamente profundos a profundos com alta diferenciação morfológica e nítida sequência dos horizontes A, B e C. Há presença de mosqueado. Solos sem impedimento físico; apresentam carência de água restrita ao período menos chuvoso, devido a textura arenosa entre 30-40 cm. Estão presentes na região de Itamaraju, assim como em outros municípios do sudeste baiano. Por possuírem média e, às vezes, alta fertilidade, são usados para pastagem, cacau e outras culturas perenes. São impróprios para mecanização (Figura 2f).

Relevo, drenagem e erosão: o relevo é pouco movimentado, em geral ondulado, mas com ocorrência de áreas com forte ondulação; a drenagem é moderada e a erosão laminar é fraca.

Origem: solos derivados de rochas intermediárias, dominantemente gnaiss do Proterozóico.

V%, CTC, pH e Al^{+++}: o Horizonte A é epieutrófico, enquanto o Horizonte B é mesotrófico, ocorrendo localmente perfis endodistróficos (V < 30%). A soma de bases varia de média a alta na profundidade de 15-20 cm. O pH medido em água é acima de 6,0 no horizonte A, descendo para 5,0 nos horizontes B e C. O Al^{+++} é praticamente 0 no Hor. A e menor que 1,0 $cmol_c\ dm^{-3}$ de solo nos horizontes inferiores.

Textura e estrutura: o horizonte A apresenta textura arenosa, fraca estrutura granular e provido de sub-horizonte A_2. O conteúdo de argila aumenta bruscamente no horizonte B devido à descontinuidade litológica; o horizonte B tem textura argilosa, consistência dura ao secar e com presença de mosqueamento a partir do B_1; possui estrutura em blocos subangulares, revestidos de cerosidade moderada e forte. O horizonte C é menos argiloso, apresenta minerais primários como feldspato e abundante em mica e quartzo.

Cor: Hor. A_2 cores brunadas. Hor. B vermelho-amarelado.

4.1.2.5. Solos Tropudults variação Vargito

Unidade: Vargito, anteriormente conhecido como Vargito Distrófico. Classificação: Argissolo Vermelho-Amarelo alítico típico, Ultisol

Características gerais: solos de clima úmido, caracterizados pela baixa fertilidade natural, álicos, típicos hipodistróficos, Tb, A moderado, medianamente profundos, fase floresta tropical perenifolia. Estão presentes na região sudeste da Bahia, no entorno de Camacã, rodovia Camacã-Canavieiras, Camacã-Jacareci, Camamu-Travessão e Ituberá-Nilo Peçanha. Têm baixa fertilidade, limitações para

a mecanização nas áreas movimentadas e caraterísticas físicas razoáveis. Necessitam de doses elevadas de calcário para a correção da acidez e aporte elevado de fertilizantes. Usados em plantios de seringueira e dendê, no Baixo sul da Bahia, mas não estão entre as melhores opções. Podem ser empregados para o plantio de essências florestais, algumas culturas perenes e pastagens, restringindo-se o plantio de cacau aos fundos dos vales e com bom manejo (Figura 3a).

Relevo, drenagem, erosão e mecanização: possuem relevo ondulado a forte ondulado, moderadamente drenado, mas, devido ao elevado teo de silte, apresentam baixa permeabilidade, uma vez que estas partículas tendem a diminuir os espaços porosos. Apresentam erosão laminar ligeira. Têm limitações para a mecanização em áreas movimentadas.

Origem: são solos derivados de metassedimentos não calcários do Cretáceo ou Siluriano; relacionados a metaglomerados, meta-arcósios, metagrauvacas e metasiltitos da formação Salobro (Proterozóico).

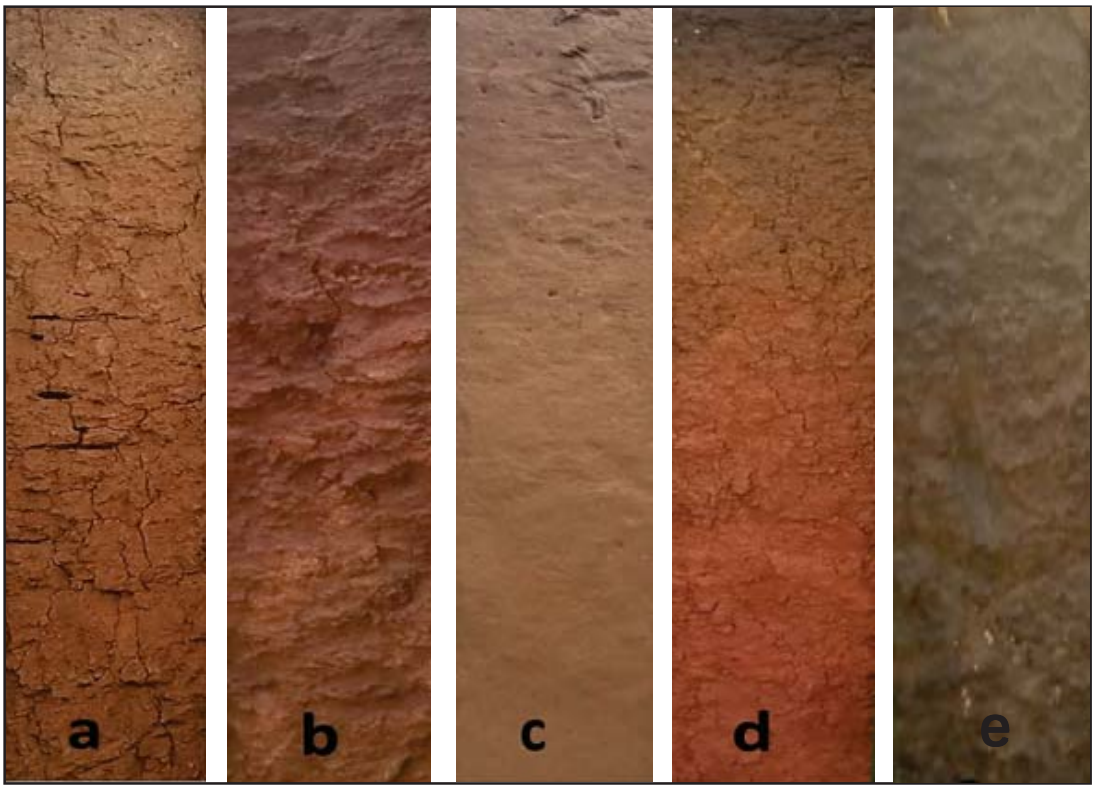


Figura 3. Unidades de solo: a) Vargito Distrófico; b) São Mateus; c) Cururupe; d) Nazaré; e) Itamirim.
Fonte: Coleção de monolitos da Ceplac/Cepec, Ilhéus, Bahia
Fotos: Adonias de Castro (Mapa/Ceplac/Cepec).

Matéria orgânica: sempre superior a 30 g kg^{-1} no horizonte superficial, decrescendo abruptamente, a partir de A_3 ou B_1.

V%, CTC, pH e Al^{+++}: a saturação por bases é baixa (V% < 20%); o pH é ácido, variando de 4,0 a 4,5; a CTC ultrapassa a 14 $cmol_c\ dm^{-3}$, algumas vezes passando de 20 $cmol_c\ dm^{-3}$; e a saturação de Al^{+++} é alta (> 60%) desde a superfície, incrementando com a profundidade. Trata-se do Tropudults de mais alta saturação por Al^{+++}.

Textura e estrutura: são solos argilosos com valores elevados de silte, possuem textura franco siltosa ou franco argilosa nos horizontes A_1, A_2 e A_3 e estrutura granular; o horizonte B possui textura argilosa ou argilo-siltosa e estrutura em blocos subangulares; o horizonte C tem textura argilosa, plástica e pegajosa, e estrutura em blocos angulares e subangulares. Possuem alta relação textural (1,6 a 2,2).

Cor: o sub-horizonte A tem cor bruno acinzentado muito escuro, seguido de um A_2 bruno-amarelado; horizonte B de cor vermelha com mosqueado amarelo-avermelhado ou amarelo-claro acinzentado. O Horizonte C é variegado, composto de bruno forte e vermelho-amarelado.

4.1.2.6. Solos Tropudults variação São Mateus

Unidade: São Mateus
Classificação: Argissolo Vermelho-Amarelo distrófico abrúptico, Ultisol.

Características gerais: são solos distróficos de clima úmido, caracterizados pelo gradiente textural elevadíssimo, textura arenosa no horizonte A e argilosa no B. Possuem baixa fertilidade e apresentam muito pobre teor de bases trocáveis desde a superfície. Por serem pobres, sem reserva mineralógica, baixa CTC e textura arenosa no horizonte A, têm limitações para uso agrícola, salvo com manejo bem diferenciado. São cultivados com coco, mandioca, pastagem, cultivos de subsistência e cana-de-açúcar; mais recentemente vêm sendo plantados com outras culturas perenes. São solos encontrados em Prado, Alcobaça, além de localidades do Extremo Sul da Bahia e Norte do Espírito Santo (Figura 3b).

Relevo, drenagem e erosão: o relevo é plano, ocupando o terraço de "tabuleiro"; são solos bem drenados e, por serem planos, não há presença de erosão.

Origem: sedimentos areno-argilosos da série Barreiras. Terciário recente - Plioceno.

Gradiente textural: possuem alta diferenciação entre os horizontes A (50 cm) e B que é bastante espesso (150 cm).

Matéria orgânica: a matéria orgânica é baixa desde a superfície com conteúdo inferior a 15 g kg^{-1}, decrescendo em profundidade.

V%, CTC, pH e Al^{+++}: possuem saturação de bases entre 30% e 50% na superfície e menos de 30% no horizonte B. A soma de bases é baixa, mesmo na camada organo-mineral (A_1). O solo apresentam carência de nutrientes desde a superfície; os teores de K, Ca e Mg são muito baixos. O pH no horizonte superficial está entre 5,5 e 5,9, caindo para 5,0 em profundidade. O teor de Al^{+++} é quase inexistente na superfície (< 0,4 $cmol_c$ dm^{-3}), apresentando ligeiro aumento em profundidade.

Textura e estrutura: o horizonte A tem espessura em torno de 50 cm, a textura é arenosa com grãos soltos de areia lavada, fraca estrutura e ausência de plasticidade e pegajosidade. O horizonte B é espesso (150 cm), argiloso, estruturado em blocos subangulares, apresentando plasticidade e pegajosidade.

Cor: cor bruno acinzentado a bruno escuro no horizonte A e amarelada no horizonte B.

4.1.2.7. Solos Tropudults variação Cururupe

Unidade: Cururupe
Classificação: Argissolo Amarelo distrófico latossólico, Ultisol.

Características gerais: são solos distróficos, profundos, possuem baixa atividade coloidal, baixa CTC, sendo diferenciados pela espessura de capa arenosa menor que 50 cm no subgrupo dominante (Oxic Tropodult) e horizonte B de textura franco-argilo-arenosa, Tb, A moderado. São solos característicos de clima úmido e fase floresta perenifolia. Estão presentes na estrada Ilhéus-Una, principalmente à altura do Acuípe, em zona de elevação. São utilizados com cultivo de piaçava, mandioca, manga, coco, caju, açaí, seringueira e raramente com cacau (Figura 3c).

Relevo, drenagem e erosão: o relevo é ondulado a forte ondulado, sendo constituído por vales em V; são solos acentuadamente drenados, permeáveis e com erosão laminar moderada.

Origem: são derivados de material sedimentar do Cretáceo e quartizitos de natureza areno-argilosa.

Gradiente textural: possuem alta diferenciação morfológica entre os horizontes A (espessura entre 40-50 cm) e B (mais de 150 cm).

Matéria orgânica: a matéria orgânica superficialmente é inferior a 20 g kg^{-1}, diminuindo gradativamente com a profundidade.

V%, CTC, pH e Al^{+++}: a saturação de bases é inferior a 50% no horizonte A e menos de 20% no horizonte B. A soma de bases é baixa desde a superfície. A CTC apresenta valores baixos em todo o perfil, aumentando ligeiramente na superfície.

O Al^{+++} varia de 0,3 – 0,5 $cmol_c\ dm^{-3}$ na camada superficial, aumentando ligeiramente em profundidade. O pH é em torno de 5,0.

Textura e estrutura: o horizonte A possui textura arenosa com grãos soltos de areia lavada estruturados em grânulos fracos; horizonte B espesso (mais de 150 cm) textura franco argilo-arenosa, fracamente estruturada em blocos subangulares.

Cor: horizonte A de cor bruno-acinzentado, bruno-escuro ou amarelado; horizonte B com revestimento *(coating)* de cor bruno-amarelado; esta particularidade serve para diferi-lo do São Mateus, devido a diferença do material de origem.

4.1.2.8. Tropudults variação Nazaré

Unidade: Nazaré
Classificação: Argissolo Vermelho-Amarelo distrófico alissólico, Ultisol.

Características gerais: são solos distróficos, alissólicos, Tb, A moderado, textura média-argilosa, fase floresta perenifolia; possuem elevada acidez, baixa fertilidade e sem reserva mineralógica. Estão presentes na rodovia Santo Antônio-Nazaré, Valença-Nazaré, Ituberá-Camamu, Ilhéus e Pratas-São José. São ocupados prevalentemente com dendê, coco, seringueira, pastagens e mandioca. Estão entre o menos apropriados para o plantio de cacau, embora existam áreas exploradas com este cultivo, que requerem manejo especial. Devem ser manejados com corretivos e fertilizantes (Figura 3d).

Relevo, drenagem e erosão: o relevo é suave ondulado, ondulado e forte ondulado, constituído de vales em V aberto; solos profundos, bem drenados; erosão laminar ligeira.

Origem: derivados de rochas gnáissicas-graníticas do Proterozóico.

Gradiente textural: médio a alto e argila de atividade baixa. Horizonte A_1, podendo ser provido de A_2, com espessura variável de 30 a 50cm.

Matéria orgânica: em torno de 20 g kg^{-1} na superfície, diminuindo com a profundidade.

V%, CTC, pH e Al^{+++}: V% em torno de 30% nos primeiros 20 cm e muito baixo nos horizontes inferiores; a soma de bases é baixa em todo o perfil e a CTC entre 5,5 e 9 $cmol_c\ dm^{-3}$ de argila. O pH é em torno de 5,0 em todo o perfil, sendo o solo ácido e com Al^{+++} variando de 0,3 a 6,2 $cmol_c\ dm^{-3}$ de solo desde a superfície.

Textura e estrutura: textura franco, estrutura granular ou em blocos subangulares no horizonte A; a textura no horizonte B é argilosa com argila pesada, moderada a muito pequena, estrutura em blocos subangluares com cerosidade e presença de mosqueamento.

Cor: horizonte A de cor bruno acinzentado (A_1), bruno oliváceo (A_{32}), bruno amarelado escuro (A_{32}); horizonte B bruno amarelado (B_1), bruno forte (B_{21}), vermelho (B_{22} e B_3); horizonte C bruno forte.

4.1.3. Solos Argiustolls (Molisols - horizonte A Mólico)

4.1.3.1. Solos Argiustolls variação Itamirim

Unidade: Itamirim
Classificação: Chernossolo Argilúvico órtico típico, Molisol

Características gerais: são solos órticos típicos com saturação de bases superior a 70% em todo o perfil (epieutrófico). Possuem horizonte B argílico pouco espesso. São desprovidos de duripan e/ou horizonte petrocálcico, podendo também apresentar alguns afloramentos rochosos. São solos férteis e ricos em minerais primários, fase floresta subcaducifolia. Esses Molisols se localizam em regiões com estação seca de 3 a 5 meses, podendo ser encontrados na rodovia Jussari-Palmira e Potiraguá-Salto da Divisa. São usados na exploração pecuária, cultivos anuais em épocas de chuva e, excepcionalmente, no plantio de cacau em condições microclimáticas favoráveis (Figura 3e).

Relevo, drenagem, erosão e mecanização: o relevo é ondulado, suave ondulado, forte ondulado e até montanhoso, podendo haver colinas de topo arredondado e vales em V aberto. São moderadamente drenados, medianamente profundos a rasos e com erosão laminar ligeira ou sujeitos a erosão nas áreas declivosas. Tem limitações para mecanização devido ao relevo movimentado ou pelo afloramento de rochas; as áreas intermontanas de relevo ondulado são melhores para o manejo agrícola.

Origem: derivados de rochas gnáissicas, predominantemente charnoquito-gnaiss do Proterozóico; são solos ricos em minerais primários.

Matéria orgânica: em torno de 20 g kg^{-1} na camada superficial, podendo chegar a 40 g kg^{-1} no horizonte A_1.

V%, CTC, pH e Al^{+++}: são solos hipereutróficos com V% > 70% em todo o perfil e soma de bases elevada com mais de 10 $cmol_c dm^{-3}$ de solo; a CTC é elevada variando de 24 a 70 $cmol_c\ dm^{-3}$ de argila; o pH é sempre superior a 6,5 e o Al^{+++} é zero.

Textura e estrutura: o horizonte A possui textura franca a franco-arenosa, estrutura granular bem desenvolvida e espessura superior a 20 cm. Possuem horizonte B argílico, podendo ser B câmbico no caso dos Haplustols; possuem textura argilosa, estrutura subangular, às vezes colunar, forte cerosidade, podendo apresentar superfície

de fricção ou *slikensides* (superfícies lisas e lustrosas em argilominerais expansivos, causada pela expansão e contração por umedecimento).

Cor: Horizonte A exibindo cor bruno escuro (A_1), a bruno acinzentado (A_3/B_1); Horizonte B com cor bruno escuro (B_1) e bruno acinzentado (B_3/C).

4.2. Solos com Horizonte Óxico

São solos desenvolvidos sob condições de clima tropical, caracterizado pela ocorrência de altas temperaturas e precipitações elevadas, que provocam intenso intemperismo sobre a rocha matriz, decompondo os minerais primários, assim como os minerais secundários de argila, dando origem a materiais de textura fina. O clima contribui para a intensa lixiviação de bases, saturação dos coloides com H^+ e Al^{+++}, originando solos ácidos e quimicamente pobres (SILVA et al., 1975).

No processo pedogenético, os silicatos se decompõem em sais de cálcio, magnésio, sódio e potássio, que são arrastados na água de drenagem. O elevado grau de floculação destes solos lhe confere condições físicas favoráveis para o desenvolvimento das culturas.

Um fenômeno comum nestes solos é a ferralitização que é causada pela intensa e contínua meteorização que leva a decomposição da rocha matriz, promovendo a hidrólise da sílica e eluviação das bases e da sílica; em consequência, acumulam-se os sesquióxidos, além da formação de argilas do tipo 1:1.

Os Oxisols são definidos pela presença de horizonte óxico ou de plintita dentro de 30 cm da superfície. A plintita é uma formação constituída da mistura de argila, pobre em carbono orgânico e rica em ferro, ou ferro e alumínio, com grãos de quartzo e outros minerais. Tratam-se de solos bastante intemperizados, usualmente presentes em relevos planos ou suaves e que apresentam cores variadas (vermelho, amarelo e vermelho-amarelo) e baixo risco de erosão. Quando sujeita a alternância de umidade, a plintita endurece ao secar, formando a petroplintita (Silva et al., 1975).

Caracterização dos Oxisols

i) Tratam-se de solos com profundidade efetiva superior a 2,0 m.

ii) Os Oxisols são ácidos (pH 4,5-5,5), pobres em bases trocáveis, baixa saturação de bases (V< 30%), CTC da fração argila menor que 15 $cmol_c\ dm^{-3}$; e alto índice de saturação de alumínio (Al^{+++} > 50%).

iii) Eles possuem baixa reserva de minerais primários (micas, feldspatos, feldspatóides, anfibólios, piroxênios e outros) e dominância de argila tipo 1:1.

iv) São solos friáveis e porosos que apresentam boa permeabilidade, estrutura maciça e boa drenagem.

v) Possuem baixo conteúdo de silte e ausência de pedras e calhaus (fragmentos rochosos de pequenas dimensões).

vi) Apresentam pouca diferenciação morfológica entre os horizontes (cores difusas) e baixo gradiente textural (% de argila do horizonte B / % de argila do horizonte A => menor que 2,0).

vii) Têm baixo índice de laterização.

4.2.1. Haplorthox variação Tabuleiro

São solos derivados de sedimentos terciários da era Proterozóica, sendo conhecidos como solos de "tabuleiro", devido ao relevo suave. São representados pela Unidade Colônia.

Os solos Colônia têm grande potencialidade de uso, por estarem presentes em região com relevo favorável, boa distribuição de chuvas e localização na faixa litorânea, onde há várias instituições de ensino, pesquisa, desenvolvimento social e reside uma numerosa população. Contudo, podem apresentar caráter "coeso", uma limitação agronômica que requer atenção especial quanto ao seu cultivo e manejo (Rezende, 2000; Rezende, 2002; Araujo, 2000; Araujo et al., 2004; Araujo et al., 2005).

Unidade: Colônia
Classificação: Latossolo Amarelo distrocoeso típico, Oxisol.

Características gerais: são solos distrocoesos típicos, A moderado, hipoférricos, textura mediana a argilosa, fase floresta tropical perenifolia. Solos profundos com sequência normal de horizontes. Estão presentes na rodovia Porto Seguro-Eunápolis, Ilhéus-Aritaguá, Una, Ituberá, Prado e Alcobaça. São usados com plantio de seringueira, especiarias, coco, dendê, café, fruticultura, eucaliptos, pastagem e cultivos anuais. Devem ser manejados com corretivos e fertilizantes, especialmente se for usado o cultivo do cacau (Figura 4a).

Relevo, drenagem, erosão e mecanização: o relevo é plano ou suave ondulado. Os solos são bem drenados e, portanto, a erosão não é perceptível. São de fácil mecanização nas áreas planas e de relevo suave.

Origem: sedimentos argilo-arenosos da série Barreiras. Terciário Recente (Plioceno).

Gradiente textural: apresentam baixo gradiente textural e pouca a média diferenciação morfológica entre os horizontes.

Matéria orgânica: a MO é em torno de 25 g kg^{-1}, considerando os primeiros sub-horizontes (20-30 cm), mas pode variar entre 17 e 50 g kg^{-1}.

V%, CTC, pH e Al^{+++}: o V% é sempre baixo (< 30%) no horizonte A, salvo algumas exceções, decrescendo nos horizontes inferiores. A soma de bases também é baixa em todo o perfil, excetuando o horizonte A em alguns representantes. A CTC varia de 5 a 12 $cmol_c\ dm^{-3}$ de argila, sendo função do menor ou maior teor de matéria orgânica; nos horizontes inferiores, a CTC decresce para 3,5 $cmol_c\ dm^{-3}$ de argila. O pH mensurado em água varia de 4,5 a 5,5. O Al^{+++} varia de 0,0 a 0,5 $cmol_c\ dm^{-3}$ de solo, aumentando para 1,3 $cmol_c\ dm^{-3}$ de solo nos horizontes inferiores.

Textura e estrutura: o horizonte A com espessura de 20-30 cm, possui textura mediana e eventualmente arenosa, sendo estruturado em grânulos, moderadamente desenvolvidos e com macroporos de atividade biológica; o horizonte B é espesso, com mais de 200 cm, possui textura argilosa e, localmente, franco argilosa ou franco arenosa; sua estrutura é maciça, coerente, friável e dura quando seca. O horizonte óxico é espesso e desprovido de plintita, salvo em áreas esparsas, sobretudo de Una e Ituberá (Plinthic Haplorthox). Estes solos apresentam os horizontes A_1, A_3 e B_2 subdivididos em B_{21}, B_{22}, $B_{23,}$ além do horizonte C, que é pouco contrastante com o horizonte B, mostrando apenas pequenas diferenças morfológicas entre si, espessura superior a 100 cm e menor coesão estrutural.

Cor: horizonte A de cor brunada; horizonte B com cores bruno oliváceo (B1), bruno muito pálido (B_{21}), amarelo (B_{22}) e amarelo brunado (B_{23}); horizonte C com cores avermelhadas.

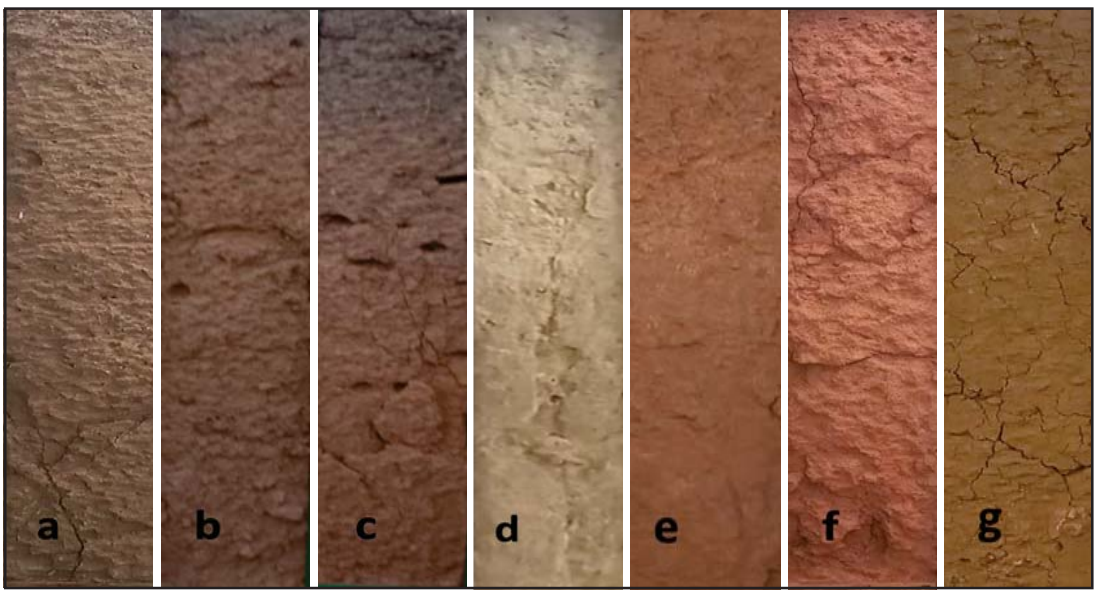


Figura 4. Unidades de solo: a) Colônia; b) Una Úmido; c) Valença; d) Colônia Seco; e) Una Subúmido; f) Linhares; g) Água Sumida.
Fonte: Coleção de monolitos da Ceplac/Cepec, Ilhéus, Bahia.
Fotos: Adonias de Castro (Mapa/Ceplac/Cepec).

4.2.2. Haplorthox variação Cristalino

Estes solos são derivados de material retrabalhado das rochas do cristalino Proterozoico, sendo desprovidos de plintita e possuem um horizonte óxico que ultrapassa 1,25 m de profundidade. Como os demais Latossolos apresentam baixo gradiente textural e pouca diferenciação morfológica entre os horizontes. O relevo é movimentado com declives acentuados e vales em V aberto. Na região Sudeste da Bahia são representados pelas unidades Una e Valença.

Unidade: Una, também conhecido como Una Úmido
Classificação: Latossolo Vermelho-Amarelo distroférrico típico, Oxisol.

Características gerais: solos distroférricos típicos, A moderado, óxicos típicos, Tb, hipoférricos, textura argillosa, fase floresta perenifolia. Estão presentes na rodovia Rio Branco-Una, Santa Luzia-Canavieiras e nos municípios de Una e Ituberá. são solos de baixa fertilidade, usados para o plantio de cultivos perenes (seringueira, café, eucaliptos, especiarias, fruticultura e pastagem), especialmente nas encostas com declividades menos acentuadas. Suas propriedades físicas o elegem como solos bons para o cultivo do cacaueiro, podendo-se alcançar elevadas produtividades com bom manejo, correção de acidez e adubação (Figura 4b).

Relevo, drenagem, erosão e mecanização: o relevo é suave ondulado, ondulado e montanhoso; bem drenado e com erosão laminar ligeira. Estes solos possuem possibilidades mínimas de mecanização.

Origem: derivados de material retrabalhado de rochas ácidas do Proterozóico.

Gradiente textural: apresentam baixo gradiente textural e pouca diferenciação morfológica entre os horizontes; são desprovidos de plintita e caracterizados por possuir um horizonte óxico que ultrapassa a 1,25 m de profundidade.

Matéria orgânica: em torno de 30 g kg^{-1}, nos primeiros sub-horizontes (20-25 cm).

V%, CTC, pH e Al^{+++}: excetuando a camada de 0-10 cm que em raros casos chega a V - 50%, a saturação de bases não ultrapassa a 35%, sendo baixa em todo o perfil (V - 10 a 25%); a soma de bases, a exceção do horizonte A, é baixa em todo o perfil e a CTC superficialmente é de 10 $cmol_c$ dm^{-3} de argila, sendo isso favorecido pelo maior teor de matéria orgânica, mas é baixa no horizonte B. São solos ácidos com pH variando de 4,5 a 5,5, se mantendo constante em profundidade. O Al^{+++} apresenta valores superiores a 1,0 $cmol_c$ dm^{-3}, se mantendo em profundidade ou decrescendo gradativamente com as oscilações do pH.

Textura e estrutura: são solos de textura argilosa, profundos com sequência normal dos horizontes; apresenta macroporos com atividade biológica. Apresentam os horizontes A_1, A_3, B_1, B_2 (B_{21}, B_{22} e B_{23}), e C, com pequenas diferenças morfológicas. O Horizonte A tem espessura de (20-25 cm), textura mediana estruturada em grânulos moderadamente desenvolvidos e blocos subangulares fracos. O Horizonte B é espesso (150 cm), de textura argilosa e em alguns casos, com mais de 60% de argila; a estrutura é maciça, porosa, pouco coerente, exceto no horizonte B_1 que apresenta blocos subangulares fracos. O horizonte C possui espessura superior a 100 cm e pouco contraste com o B.

Cor: possuem cores amareladas ou avermelhadas e localmente brunadas. O Horizonte A tem cor bruno e bruno acinzentado. O Horizonte B tem cores bruno e bruno amarelado. O Horizonte C apresenta cores avermelhadas.

Unidade: Valença
Classificação: Latossolo Vermelho-Amarelo distrófico típico, Oxisol.

Características gerais: são solos distróficos, alissólicos, A moderado, mesoférricos, textura argilosa, fase floresta perenifólia, relevo suave ondulado e ondulado. Diferem da unidade Una por possuírem estrutura mais porosa, maior teor em ferro e alumínio, apresentarem um relevo mais suave e não montanhoso, horizonte superficial mais escuro e coloração bruno amarronzado claro, enquanto a unidade Una tem cloração marrom mais escura. São solos muito frequentes na região do Baixo Sul da Bahia, especialmente em Valença, Taperoá, Ituberá, Igrapiúna, Pirai do Norte, Ibirapitanga, Gandu e Tancredo Neves. São usados com especiarias, seringueira, cacau, açaí, coco, dendê, mandioca, eucaliptos, pastagens, banana e outras fruteiras tropicais (Figura 4c).

4.2.3. Haplustox variação Tabuleiro

São solos derivados da Série Barreiras, sendo caracterizados como Colônia fase floresta semicaducifolia, formados sob a ação de clima seco com destaque para a Unidade conhecida como Colônia Seco. São definidos pela textura argilosa no horizonte B, ausência de plintita e horizonte óxico profundo, podendo se estender a mais de 1,25 m da superfície. Estes solos apresentam um horizonte que permanece seco por 60 dias consecutivos ou mais, nos primeiros 18 cm, na maioria dos anos.

Para o Colônia Seco, assim como considerado para a unidade Colônia, observar os critérios de cultivo e manejo, conforme recomendado por trabalhos científicos (Rezende, 2000 e 2002; Araujo, 2000; Araujo et al., 2004 e 2005).

Unidade: Colônia Seco
Classificação: Argissolo Amarelo distrocoeso típico, Ultisol.

Características gerais: tratam-se de solos epieutróficos e endodistróficos, álicos, hipoférricos, cauliníticos, A moderado e fase floresta caducifolia, anteriormente caracterizado como Oxisol de origem sedimentar. São encontrados em áreas com período seco de dois meses, apresentando boa fertilidade na superfície, mas com escassez de reserva mineral. A ocorrência de alto teor de argila no horizonte B, exige subsolagem para o cultivo de culturas perenes. São empregados com o cacau, sendo necessário o aporte de corretivos, fertilizantes e irrigação. Estão presentes nas regiões de Texeira de Feitas, Medeiros Neto, Ibirapuã, Porto Seguro, Eunápolis, Salto da Divisa, Itagimirim e Amargosa. No Extremo Sul da Bahia são muito usados no plantio de eucaliptos, café, mandioca, abóbora, mamão, melancia, outras fruteiras e cultivos anuais. Nas outras regiões em que se encontram são usados na exploração de pastagens, plantio de mandioca, seringueira e cultivos anuais (Figura 4d).

Relevo, drenagem, erosão e mecanização: possuem relevo plano, suave ondulado e forte ondulado; são solos porosos, bem drenados, sobretudo quando submetidos a subsolagem. Apresentam erosão laminar ligeira e têm limitações para o uso de máquinas agrícolas em algumas áreas.

Origem: arenitos conglomeráticos em níveis argilosos. Grupo Barreiras - Terciário.

Matéria Orgânica: considerando os dois primeiros sub-horizontes, apresentam 30 g kg^{-1} nos solos argilosos e inferior a 15 g kg^{-1} nos de textura superficial arenosa.

Saturação de bases (V%), capacidade de troca de cátions (CTC), pH e Al^{+++}: estes Oxisols de clima seco periódico são epieutróficos, o que os distingue dos Haplorthox de mesma origem. Apresentam V% elevado (horizontes A_{11} de 0-10 cm e A_{12} de 10-25 cm com V entre 50% e 70%), decrescendo bruscamente com a profundidade, chegando a percentual entre 20 e 30%. Têm valores baixos em bases trocáveis, excetuando os primeiros 20 a 40 cm. O pH é 5,5, podendo decrescer para 4,5 nos horizontes inferiores. O horizonte A não possui este elemento ou tem traços de Al^{+++}, sendo que o mesmo aumenta nos horizontes inferiores, podendo variar de 1,5 a 2,0 $cmol_c$ dm^{-3} de solo.

Textura e estrutura: estes solos apresentam textura média a arenosa no horizonte A e argilosa a muito argilosa no horizonte óxico, que vai além da profundidade de 1,25 m da superfície. Quando o horizonte A é uniforme, apresentando argila em todo o perfil, a espessura não ultrapassa a 25 cm; mas quando o gradiente textural é elevado, ele chega à 50 cm. O horizonte B apresenta mais de 150 cm com textura argilosa (40%), às vezes pesada (60%) e com ausência de plintita. Há baixo conteúdo

de silte. A estrutura do horizonte B é em blocos subangulares com cerosidade fraca ou com estrutura maciça, porosa e pouco coerente.

Cor: bruno escuro, bruno acinzentado e cinzento no horizonte A, bruno-amarelado no horizonte B e bruno-forte no horizonte C.

4.2.4. Haplustox variação Cristalino

São solos derivados de rochas ácidas do Proterozóico, correspondendo às unidades Una Subúmido e Jucuruçu. São Oxisols derivados de material cristalino, formados sob ação do clima seco, caracterizados pela presença de um horizonte que permanece seco por 60 dias ou mais, na maioria dos anos.

Unidade: Una Subúmido
Classificação: Latossolo Amarelo distrófico típico, Oxisol.

Características gerais: são solos de baixa fertilidade e com problema de falta d´água por pelo menos 60 dias. São distróficos típicos, latossólicos, A moderado, cauliníticos, hipotérmicos, textura argilosa, fase floresta subperenifólia. São usados com pastagem, reflorestamento nas áreas declivosas e cultivos anuais nos covoados e nas baixadas dos vales. Estão presentes em Itamaraju, São Paulinho, Jucuruçu, Morrinhos e Nova Canaã (Figura 4e).

Relevo, drenagem, erosão e mecanização: o relevo é ondulado, forte ondulado e montanhoso com vales abertos ou entalhados e vertentes retas com declividade de 30-40%. São solos acentuadamente drenados, porosos e erosão laminar moderada. Têm limitações para mecanização.

Origem: solos derivados de regolitos de rochas ácidas do Proterozóico.

Matéria Orgânica: possuem intensa atividade biológica no horizonte A. Na camada superficial, nos dois primeiros sub-horizontes (20-30 cm), o teor médio de matéria orgânica é de 25 g kg^{-1}.

Saturação de bases (V%), capacidade de troca de cátions (CTC), pH e Al^{+++}: a saturação de bases é sempre inferior a 35%, mesmo a 0-10 cm, enquanto que a soma de bases é baixa em todo perfil, excetuando a primeira capa orgânica que contém um conteúdo médio de bases trocáveis. A CTC, excetuando o horizonte A, é inferior a 8 $cmol_c$ dm^{-3} de argila com presença de argilas tipo 1:1. Possuem baixo teor de Fe, contrastando com elevado teor de Al^{+++} que apresenta valores entre 0,4 e 2,0 $cmol_c$ dm^{-3} de solo. O pH varia de 4,5 a 5,5.

Gradiente textural: muito baixo.

Textura e estrutura: o horizonte A possui espessura de 20-40 cm, sendo estruturado e com intensa atividade biológica. O horizonte B possui mais de 150 cm de espessura, apresentando textura argilosa, muitas vezes da classe de argila pesada (mais de 60% de argila) e estrutura maciça a partir do B_{21}. O horizonte C, geralmente bem diferenciado dos sobrejacentes, tem menos argila e, às vezes, apresenta presença de cascalho.

Cor: brunada no horizonte A, vermelha-amarelada no horizonte B e vermelha no horizonte C.

4.2.5. Eutorthox

São solos derivados, provavelmente, de material retrabalhado do cristalino, sendo representado pela Unidade Linhares. São Oxisols com alta saturação de bases e, excetuando os demais Oxisols do sudeste da Bahia, a saturação de bases é sempre superior a 50% no horizonte A e maior que 35% nos horizontes inferiores.

4.2.5.1 Unidade: Linhares
Classificação: Latossolo Vermelho eutrófico típico, Oxisol.

Características gerais: são solos eutróficos típicos, A moderado, mesoférricos, cauliníticos, textura argilosa a muito argilosa, fase floresta subperenifolia. Estão sempre associados aos solos Haplorthox fase sedimentar (tabuleiro), ocorrendo em manchas descontínuas. Ocorrem em áreas sem período seco por mais de 60 dias. Caracterizam-se por possuir um horizonte óxico que se estende por mais de 125 cm, ausência de plintita e sem mosqueamento. Estão presentes em Itamaraju, Teixeira de Freitas e Linhares. Apresentam boas condições físicas e boa fertilidade. Podem ser usados para cacau, seringueira, reflorestamento, café, fruticultura, pastagem e cultivos anuais. O seu emprego é limitado por serem solos pouco representativos em termos de área, formando manchas descontínuas em meio a um maciço de solos pobres (Figura 4f).

Relevo, drenagem, erosão e mecanização: o relevo é plano, suave ondulado e ondulado com altitude inferior a 200 m. São solos porosos, profundos, acentuadamente drenados e sem constatação de erosão. São solos mecanizáveis.

Matéria orgânica: o conteúdo de MO chega a ser superior a 30 g kg^{-1} no horizonte superficial, decrescendo abruptamente a partir do horizonte B_1. Possui grande atividade biológica.

Saturação de bases (V %), capacidade de troca de cátions (CTC), pH e Al^{+++}: a saturação de bases é sempre superior a 50% no horizonte A e maior que 35% nos horizontes inferiores. Excetuando o horizonte A_1 e, às vezes o A_3, a soma de bases é baixa. A CTC apresenta teor médio na superfície, decrescendo abruptamente a partir

de 10-20 cm; o valor T é inferior a 6 $cmol_c\ dm^{-3}$ de argila. São solos carentes em argila do tipo 2:1, moderadamente ácidos a neutros, sendo o pH sempre superior a 6,0. Inexiste Al trocável, só em casos excepcionais.

Gradiente textural: baixo.

Textura e estrutura: a textura varia de argilosa a muito argilosa. O horizonte A possui espessura de 20-25cm, estruturado em grânulos e blocos. O horizonte B é bastante espesso (mais de 150 cm) com textura argilosa a muito argilosa e estrutura maciça e porosa.

Cor: Cor avermelhada no horizonte A e cor vermelha com croma alto no horizonte B.

4.2.6. Umbriorthox

São solos derivados de material do cristalino, sendo representados pela unidade Água Sumida, que se caracteriza pelo relevo muito acidentado e presença de rochas dispersas.

Unidade: Água Sumida
Classificação: Argissolo Amarelo distrófico latossólico, Ultisol.

Características gerais: são solos distróficos, A moderado, textura argilosa-muito argilosa, fase floresta perenifolia, anteriormente classificado como Oxisol. São dotados de um epipedon ócrico com teores médios de matéria orgânica nos primeiros 75 cm da superfície. Apesar da baixa fertilidade, têm potencial para uso agrícola, inclusive com o cacau, devido a distribuição uniforme de matéria orgânica em mais de 70 cm de profundidade, o que favorece a disponibilidade de água e absorção de nutrientes, características que auxiliam no manejo. É um tipo de solo muito frequente no eixo Una-Arataca, Itajuípe-Coaraci, Camacã-Jacareci e Buerarema-São José (Figura 4g).

Relevo, drenagem, erosão e mecanização: o relevo é ondulado, forte ondulado e montanhoso com pendentes fortes e vales profundos em V aberto; presença de outeiros e morros de topo arredondado. São solos bem drenados e com erosão laminar ligeira. Têm possibilidade de mecanização em áreas restritas das baixadas.

Origem: derivados de rochas intermediárias do complexo cristalino.

Matéria orgânica: mantém valor de 15 $g\ kg^{-1}$ até a profundidade mínima de 75 cm, o que difere dos Oxisols presentes na região Sudeste da Bahia; superficialmente a MO chega a mais de 15 $g\ kg^{-1}$.

Saturação de bases (V %), capacidade de troca de cátions (CTC), pH e Al^{+++}: a saturação de bases é baixa em todo o perfil, podendo haver exceção na primeira capa organo-mineral. O V% varia de 20%-40% na superfície decrescendo para 7%-

20% em profundidade. A soma de bases é baixa a partir do A_3, atingindo valor menor que 1 nos horizontes inferiores. A CTC apresenta teor médio na superfície em função da capa orgânica, descendo lentamente com a profundidade devido a presença de C orgânico. O valor T é inferior a 10,0 $cmol_c\ dm^{-3}$, do horizonte A_3 para baixo, concordante com a presença de argilas de baixa atividade coloidal. O pH na superfície é 5,5, decrescendo com a profundidade. O Al^{+++} é alto em toda a superfície com teor superior a 1 $cmol_c\ dm^{-3}$ na camada superficial, mas reduz em profundidade.

Gradiente textural: baixo.

Textura e estrutura: horizonte A pouco espesso (18-25 cm), na maioria das vezes úmbrico (hor. A proeminente) e estruturado em grânulos moderadamente desenvolvidos; o horizonte B possui profundidade de mais de 125 cm, textura muito argilosa, estrutura em blocos subangulares, fracos.

Cor: brunada de croma baixo no horizonte A; cor bruno-amarelada no horizonte B, diferente dos Oxisols encontrados na região.

4.3. Solos com Horizonte Câmbico

Os solos com Horizonte Câmbico apresentam um horizonte B incipiente, extremamente alterado e, portanto, não possuem os requisitos dos outros horizontes diagnósticos. O processo de formação destes solos altera profundamente o material originário, liberando os óxidos livres de ferro, formando argilas silicatadas ou ocorrendo ambas alterações que os tornam desprovidos das características mais evidentes das rochas originais.

Tratam-se de solos que possuem Horizonte B em estágio inicial de formação com presença de cascalho ou não (Cambissolos). Como não há uma destruição completa dos minerais primários e nem iluviação total dos óxidos de ferro, humus ou argila, esses solos não são classificados como argílicos ou espódicos. Estes solos são representados por dois grandes grupos descritos a seguir: i) Dystropepts; ii) Eutropepts.

4.3.1. Distropepts

Os solos Distropepts estão representados na região Sudeste da Bahia pela unidade Rio Branco. Tratam-se de solos derivados de rochas básicas do tipo granulito que apresentam reservas de nutrientes fornecidas pela rocha subjacente, em constante decomposição, além de calhaus presentes na massa do solo.

A saturação de bases é sempre superior a 50% no horizonte A, decrescendo abruptamente a partir do horizonte diagnóstico B. A soma de bases é elevada no

horizonte A (epipedon eutrófico) e devido à presença de coloides orgânicos, ele apresenta elevada CTC na superfície. O pH é em torno de 6,0, podendo reduzir para 4,5 a 5,5 nos horizontes inferiores. O Al^{+++} é inexistente no horizonte A, ficando entre 0,5 a 1,5 $cmol_c\ dm^{-3}$ nos horizontes inferiores.

Unidade Rio Branco
Classificação: Cambissolo Háplico Tb Distrófico latossólico, Inceptsol.

Características Gerais: estes solos possuem um epipedon eutrófico, sobreposto a um horizonte câmbico de saturação de bases inferior a 50%. São solos derivados de rochas do tipo granulito que se encontram subjacente e estão em constante decomposição fornecendo reserva de nutrientes. Ele inclui um subgrupo Oxic Distropepts, caracterizado pela baixa atividade coloidal da fração argila. Possuem mediana fertilidade, alta riqueza mineralógica e boas condições físicas, sendo bons para cacau, eucaliptos e outras culturas perenes. Estão presentes em Camacã, Ilhéus, Uruçuca, Coaraci e municípios vizinhos.

Relevo, drenagem, erosão e mecanização: são solos de relevo típico ondulado a forte ondulado, porosos com boa drenagem, apresentam erosão laminar ligeira, sendo a mecanização dificultada pela topografia, salvo em áreas menos movimentadas.

Origem: granulito básico do Proterozóico.

Matéria Orgânica: a MO é > 35 $g\ kg^{-1}$ no horizonte A, decrescendo gradativamente, até manter teor uniforme no horizonte B_3, em torno de no 10 $g\ kg^{-1}$.

Saturação de bases (V %), capacidade de troca de cátions (CTC), pH e Al^{+++}: o horizonte A apresenta V% > 50%, decrescendo abruptamente a partir de 10-20 cm. O valor T é inferior a 6mE/100g de argila. Devido a presença de coloides orgânicos, apresentam CTC elevada na superfície, decrescendo com a profundidade. A soma de bases é elevada no horizonte A (10 a 30 $cmol_c\ dm^{-3}$ de argila) e decresce a valores inferiores a 2 $cmol_c\ dm^{-3}$ de argila, a partir do B_2. O Al^{+++} inexiste no horizonte A, passando a valores de 1 $cmol_c\ dm^{-3}$ de solo a partir do B_2.

Textura e estrutura: são solos pouco a medianamente profundos com sequência normal de horizontes e de textura argilosa. O horizonte A apresenta espessura entre 15 a 20 cm, textura franco argilosa a argilosa e estrutura granular, firme, plástica e muito pegajosa; também apresenta pequenos blocos subangulares. O horizonte B tem 30-70 cm de espessura, textura argilosa, estrutura maciça porosa, muito friável, plástica e pegajosa. O horizonte C se alterna com o D, sendo constituído de pigmentos de rocha em decomposição. O conteúdo de argila é de

30-50% no horizonte A, 50-65% no B, com valores de silte de 10-20% nos horizontes subjacentes. Apresenta argila natural até o horizonte B_1, sendo o B_2 floculado.

Cor: bruno-escuro A_1, bruno amarelado escuro A3, bruno forte e bruno amarelada do B_1 em diante.

4.3.2. Eutropepts

Os solos Eutropepts são derivados de rochas básicas ou intermediárias do Proterozóico, sendo representados pelas Unidades Itabuna Raso e Cepec Raso. Tratam-se de solos eutróficos típicos, ricos em minerais primários, rasos e fase floresta subperenifolia e perenifolia.

Estes solos estão presentes nos municípios de Itabuna, Ilhéus, Ubaitaba, Uruçuca, Buerarema e na rodovia Ubaitaba-Marau. Pela pequena profundidade, têm uso em pastagens para animais de serviços e na pequena exploração de gado de leite e corte. Eventualmente são utilizados com o plantio de culturas de ciclo curto. São solos marginais para cacau e culturas perenes, por causa da pouca profundidade.

4.3.2.1. Unidade Itabuna Raso

Classificação: Cambissolo Háplico Ta eutrófico típico, Inceptsol

Características Gerais: tratam-se de solos Ta eutróficos típicos, A moderado, textura franco-arenosa, fase floresta subperenifólia e perenifolia. São solos férteis, ricos em minerais primários, mas com problema de falta d´água devido à exígua profundidade efetiva. São empregados para pastagem, cultivos anuais e impróprios para cacau e cultivos perenes (Figura 5a).

Relevo, drenagem, erosão e mecanização: possuem relevo ondulado, suave ondulado e forte ondulado, presentes muitas vezes em zonas intermontanas; apesentam boa drenagem e erosão laminar ligeira. São mecanizáveis nas áreas com ondulação suave, mas de pouca extensão.

Origem: são solos derivados de rochas básicas ou intermediárias do Pré-Cambriano.

Matéria Orgânica: a MO chega a 30 g kg^{-1} na superfície, mas cai bruscamente a partir de 30 cm de profundidade.

Saturação de bases (V %), capacidade de troca de cátions (CTC), pH e Al^{+++}: a saturação de bases é sempre superior a 50% em todo o perfil; a soma de bases é alta na superfície e média em profundidade. A CTC é elevada e varia de 10,0 a 24,0 $cmol_c$ dm^{-3} de argila, mas pode chegar à 60 $cmol_c$ dm^{-3}. Possuem valores altos-médios de cálcio e magnésio e baixos-médios de potássio e sódio. O pH varia entre

5,6 e 6,0 e se mantém uniforme em todo o perfil. O Al^{+++} é baixo no horizonte A, podendo chegar a 1 $cmol_c\ dm^{-3}$ de solo no horizonte B_2 ou C.

Textura e estrutura: são solos de textura franco arenosa e contato lítico a menos de 50 cm de profundidade; horizonte A do tipo ócrico com espessura não superior a 30 cm, textura franco arenosa, desprovidos de plasticidade e pegajosidade e com estrutura granular fraca e moderadamente desenvolvida. O horizonte B é franco arenoso, com estrutura em blocos subangulares, desenvolvimento moderado e baixa plasticidade.

Cor: bruno-escuro e bruno-amarelado escuro no horizonte A e bruno escuro a bruno forte no horizonte B; bruno no horizonte C.

4.4. Solos com Horizonte Spódico

Os solos com Horizonte Spódico, em decorrência do processo pedogenético, são submetidos a um processo enérgico de podzolização durante a sua formação, que envolve a decomposição de uma camada orgânica ácida, cuja parte é dissolvida na presença de minerais de ferro, formando uma solução de ferro ferroso. Estas substâncias são carregadas pela água em dissolução ou em estado de dispersão, percolando para camadas inferiores menos ácidas, onde ocorre oxidação, tornando o ferro menos solúvel, culminando com a sua precipitação.

Em decorrência do processo pedogenético, esses solos apresentam um horizonte A_2 lavado, muitas vezes espesso, sobre uma capa endurecida, rica em ferro e ou matéria orgânica (horizonte Bhir), oriunda do material carreado dos horizontes superficiais.

O horizonte B spódico (Bs, Bhs, Bh) é um horizonte mineral subsuperficial com espessura mínima de 2,5 cm (exceto o horizonte plácico que tem espessura de 0,5 cm), que acumula matéria orgânica humificada combinada com alumínio, podendo ou não conter ferro. Eles são caracterizados pela alta capacidade de troca catiônica, elevada superfície específica e alta retenção de água.

O processo de formação desses solos contribui para a presença de minerais primários em dissolução em algum horizonte eluvial e precipitação de complexos amorfos de matéria orgânica e alumínio.

4.4.1. Tropaquods

Os solos Tropaquods possuem textura arenosa, localizam-se em relevo plano nos topos de tabuleiros, em posições abaciadas e com micro relevos nos cordões litorâneos. São derivados de cordões litorâneos ou capeamentos arenosos referidos da série Barreiras.

Como representantes deste grupo são apresentados a seguir, os Tropaquods: i) Typic Tropaquod - A_2 pouco espesso e desprovido de epipedon hístico; ii) Arenic Tropaquod com epipedon ócrico e A_2 espesso; iii) Hístic Tropaquod - A_2 espesso e com epipedon hístico. Entre os Tropaquods será descrito o Podzol.

4.4.1.1. Unidade Podzol

Classificação: Espodossolo Ferrohumilúvico Órtico típico, Spodosol.

Características gerais: são solos distróficos, órticos típicos de textura arenosa e fase floresta perenifolia. Estão presentes em cordões litorâneos em áreas situadas na proximidade da costa ou de capeamentos arenosos da Série Barreiras em altitude menor que 100 m. São explorados com coco, piaçava, dendê, caju, manga, abacaxi e em pastoreio de animais nos campos naturais (Figura 5b).

Relevo, drenagem, erosão: estes solos são profundos, possuem relevo plano, apresentam drenagem rápida no horizonte A e impedida ou lenta no Bhir, em decorrência do encharcamento que é submetido por boa parte do ano, sendo o tempo de inundação relacionado com a precipitação pluviométrica e a espessura do horizonte A arenoso. Não é constatada erosão.

Origem: sedimentos arenosos da Série Barreiras.

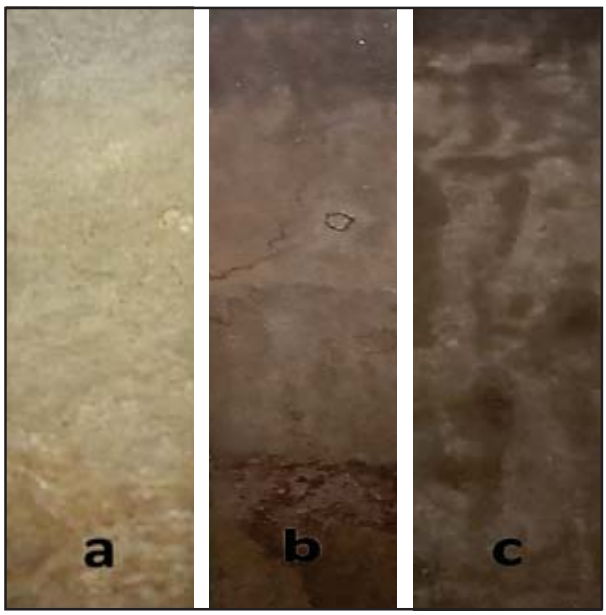


Figura 5. Unidades de solo: a) Itabuna Raso; b) Podzol; c) Areias Quartzozas.
Fonte: Coleção de monolitos da Ceplac/Cepec, Ilhéus, Bahia. Fotos: Adonias de Castro (Mapa/Ceplac/Cepec).

Matéria orgânica: a MO é elevada nos representantes que possuem epipedon hístic, até uma profundidade de 20-30 cm; nos demais subgrupos, a matéria orgânica tem teor médio a partir do A_{21} e se eleva no horizonte B.

Saturação de bases (V %), capacidade de troca de cátions (CTC), pH e Al^{+++}: possuem V% inferior a 20%, salvo no horizonte A_{22} que alcança pouco mais de 40%. A soma de bases é baixa em todo o perfil, exceto nos Tropaquods dotados de epipedon hístico. Possuem elevada CTC nos horizontes de acumulação, possivelmente devido a presença de materiais amorfos ativos. O pH é inferior a 4,0, aumentando com a profundidade, principalmente no horizonte spódico Bhir do tipo férrico. O Al^{+++} é alto no horizonte A_1, decresce no A_2 e volta a crescer no horizonte de acumulação.

Textura e estrutura: a textura é arenosa, apresentam um sub-horizonte hístico ou ócrico no A_1; o horizonte A_2 é lavado e pouco espesso (< 75 cm) ou profundo, subdividido em A_{11} e A_{12}. O horizonte Bhir é muito duro quando seco, sendo cimentado por matéria orgânica e as vezes com a presença de ferro, sem estrutura e arenoso.

Cor: cinza no horizonte A_{11}, branca no A_{12}, preta no Bhir e brunada quando há presença de ferro.

4.5. Solos pouco desenvolvidos

Estes solos não apresentam características plenamente desenvolvidas e, portanto, ainda se verifica a presença de material de origem devido à insuficiência de tempo para ação do clima e da biosfera sobre a rocha matriz. São solos minerais que não têm um horizonte diagnóstico, mostrando apenas um horizonte ócrico ou antrópico e um horizonte álbico ou ágrico. São representados pelos grupos i) Quartzipsamments unidade areias costeiras – correspondentes as areias quartzosas marinhas; ii) Quartzipsamments unidade Cairu.

4.5.1. Neossolos Quartzarênicos - Quartzipsamments variação Areias Costeiras

Unidade: Areias Costeiras ou Areias Quartzozas
Classificação: Neossolos Quartzarênicos Órticos típicos, Entisols

Correspondem as areias de praia, denominadas de areias quartzozas marinhas. Não possuem horizontes genéticos definidos, salvo quando têm um horizonte A_1 com algum desenvolvimento devido à presença de matéria orgânica, em decorrência da presença de vegetação. O mesmo está sobreposto a estratos de deposições marinhas oriundas do material originário.

Estão presentes em toda a costa litorânea, em relevo plano, às vezes pouco ondulado e altitude ao nível do mar. Possuem exígua retenção de água e são

suscetíveis a erosão. Seu uso é restrito a poucas culturas, como coco, piaçava, dendê, mandioca, abacaxi e cajueiro (Figura 5c).

O teor de matéria orgânica é baixo, sendo maior no horizonte A, não ultrapassando a 25 g kg^{-1}. A saturação de bases é inferior a 35% e a soma de bases é baixa; a CTC é correspondente a 20 $cmol_c$ dm^{-3} de argila, mostrando alta atividade coloidal desta fração. O pH fica entre 5,3 a 5,5 em todo o perfil. Apresenta baixos teores de Fe (<1,5%) e de Al (em torno de 3%).

4.5.2. Neossolos Quartzarênicos - Quartzipsamments variação Cairu

Classificação: Neossolos Quartzarênicos Órticos típicos, Entisols
Unidade: Cairu

Tratam-se de arenitos consolidados da Formação Sergi ou de areias ácidas coloridas do quaternário. São solos arenosos com menos de 11% de argila, presença de areias ácidas coloridas do quaternário, relevo plano a fortemente ondulado (arenito Sergi). As areias têm mais de 95% de quartzo, zircônio, turmalina e outros minerais, normalmente insolúveis, que não liberam ferro ou alumínio quando meteorizados. Possuem profundidade superior a 200 cm, fortemente drenados, textura franco arenosa de cor amarelada.

O horizonte A possui espessura de 20 a 30 cm de cor brunada, estrutura pouco coerente e muito friável. Apresentam pH 5,5, baixa saturação de bases (< 35%) e baixa soma de bases. São solos explorados com piaçava, coco, dendê, cajueiro e mandioca.

4.6. Solos Orgânicos – Organossolos

São relacionados com processos de formação de turfas, oriundos da sedimentação de natureza fluvial, tanto orgânica como mineral, sendo que o material orgânico pode se apresentar bem decomposto com a presença de *"muck"* (sujeira) ou pouco desenvolvido, observando-se a presença de *"peat" (*turfa). Sob condições de drenagem mais favorável, ocorre um processo pedogenético sobre as turfas, resultando na formação de um horizonte A, cuja humificação da matéria orgânica reduz a relação C/N.

Estes solos apresentam uma camada orgânica superior a 1,0 m e se localizam em áreas planas abaciadas, presentes nas bacias dos rios Pardo e Almada. O lençol freático fica próximo da superfície, sendo a área sujeita a inundações periódicas e, em alguns casos, permanentemente encharcadas.

Os solos não apresentam horizontes genéticos definidos, mas quando há má drenagem artificial, podem-se diagnosticar os horizontes superficiais A_{11} e A_{12}, seguidos de camadas de natureza orgânica. A depender do desenvolvimento da turfa,

a espessura no horizonte A varia de 20 a 50 cm, sendo a textura franco-argilo-siltosa ou franco siltosa. As camadas subjacentes possuem textura, cor e permeabilidade variáveis, decrescendo o teor de MO a partir de 100 cm.

4.7. Solos Indiferenciados

Neste grupo são apresentados os solos aluviais, hidromórficos e semiáridos, que combinam duas ou mais unidades taxonômicas com similaridade morfogenética.

4.7.1. Solos Aluviais – Neossolos Flúvicos

Os solos aluviais não possuem horizontes genéticos definidos, exceto o A_1 que sobrepõe aos estratos das deposições secundárias que constituem seu material de origem. Em alguns casos é possível haver um horizonte A_3 e um horizonte B câmbico, relacionados a deposições mais antigas.

Os aluviais estão presentes em terraços fluviais distribuídos em faixas ao longo dos rios, cuja largura é variável em função da formação geológica por onde se estabelece o seu leito, sendo mais expressivas nas áreas de cordões litorâneos, a exemplo dos rios Pardo e Jequitinhonha, e diminuem na medida em que se aproximam dos tabuleiros, até a sua ação depositária se tornar nula. Em função disso, os aluviais podem alcançar até 6 km de largura ou ficarem demasiadamente estreitos, sem expressão cartográfica. Estes solos, além de serem ocupados com plantios de cacau nas bacias dos rios Pardo, Jequitinhonha, Mucuri e Doce, podem ser encontrados em cacauais da Amazônia, nas margens dos rios Amazonas, Guamá, Tocantins, Jari, Acará, Maicuru e Trombetas, no Pará, e Solimões, Japurá, Purus, Madeira, Javari e Juruá no Amazonas (Jay Walace, comunicação pessoal[1/]).

4.7.1.1. Solos Aluviais fase Argilosa

Aspectos gerais: os aluviais argilosos ou argilo-siltosos apresentam sequência normal de camadas, mas são desprovidos de horizontes ou seções arenosas de expressão, mantendo essas características até um metro de profundidade, no mínimo. Na sequência de estratos é possível que haja camadas arenosas pouco espessas, que não limitam o cultivo do cacaueiro pela deficiência de água (Figura 6a). Estes solos são fase floresta semitropical perenifolia.

Os aluviais fase argilosa apresentam média fertilidade, sendo isso influenciado pelo efeito de colmatagem dos rios que transportam os detritos de um local e os depositam em outro, caracterizando o fenômeno das terras caídas, presentes em rios da Amazônia, Bahia e Espírito Santo.

[1/]Jay Walace, Engenheiro Agrônomo, D. Sc. Mapa/Ceplac/Cepec. Cacauicultura na Amazônia, Ceplac. (Comunicação Pessoal, 1 de dezembro de 2022).

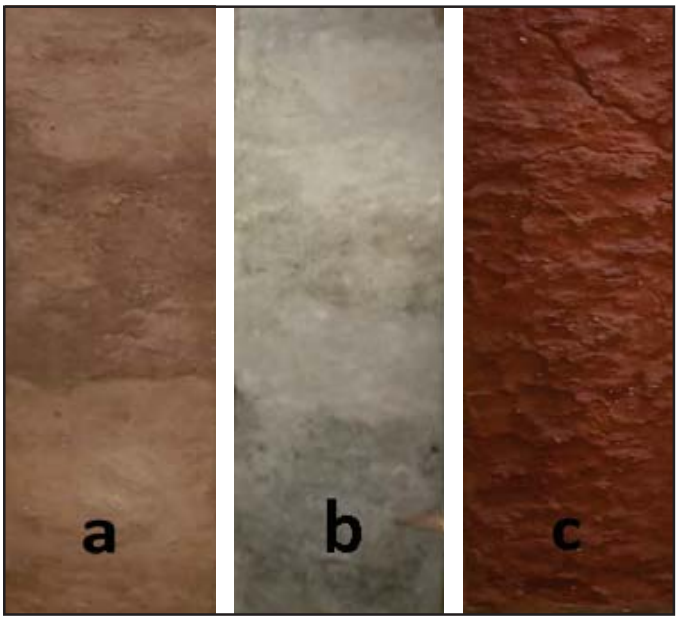


Figura 6. Unidades de solo: a) Aluvial Textura Média-argilosa b) Hidromórfico; c) Semiárido.
Fonte: Coleção de monolitos da Ceplac/Cepec, Ilhéus, Bahia
Fotos: Adonias de Castro (Mapa/Ceplac/Cepec).

Muitos destes solos possuem boa reserva mineralógica, mas de efeito não duradouro devido ao alto de grau de meteorização em que se encontram os minerais primários. Quando o intervalo entre alagações é maior, a riqueza desses solos é exaurida em pouco tempo.

Os solos aluviais fase argilosa são amplamente utilizados para o plantio de cacau devido a fertilidade, mas requerem manejo diferenciado em função das alagações. Isso é feito com a condução da copa dos cacaueiros com altura mais elevada, a fim de mitigar os danos causados pelas enchentes. Também requerem maior cuidado no manejo integrado das doenças, devido ao excesso de umidade no ambiente, bem como, no manejo da sombra.

Relevo, drenagem e erosão: o relevo é praticamente plano, drenagem boa a moderada até 1,0 m, passando a imperfeita ou má nos extratos inferiores. Não há registro de erosão laminar.

Matéria orgânica: apresentam teor de matéria orgânica maior que 35 g kg^{-1} na superfície, mas que decresce irregularmente em profundidade.

Saturação de bases, soma de bases, pH e Al^{+++}: possuem um epipedon mesotrófico sotoposto a um hofrizonte B câmbico de saturação de bases inferior a 30%, mas podem haver variações com horizontes totalmente distróficos ou de

epipedon eutrófico sobre camadas de baixa saturação de bases. A soma de bases tem teor médio na superfície e baixo nas camadas inferiores. A CTC apresenta valores médios na superfície (10 a 16 $cmol_c\ dm^{-3}$) e baixos nas camadas inferiores. O pH não ultrapassa a 5,5, geralmente em torno de 5,0 em todo o perfil, pois, quanto mais argiloso e menos drenado, menor o pH. O Al^{+++} está presente em todo o perfil, principalmente nos aluviais muito argilosos e com limitações de drenagem.

Textura: apresentam teor de argila maior que 35%, sendo uniforme até 1,0 m de profundidade e acompanhado de valores elevados de silte.

4.7.1.2. Solos Aluviais fase Franco-Arenosa

Estes solos possuem horizonte superficial argiloso, compreendendo uma faixa de 30 a 40 cm, sobreposta a camadas arenosas de mais de 1,0 m de profundidade. Também incluem aluviais com a presença de camadas franco-arenosas até 1,0 m de profundidade. São solos que perdem água facilmente e apresentam baixa fertilidade. São utilizados com pastagens, cultivos anuais e cacau, mas não são apropriados para esta cultura.

4.7.1.3. Solos Aluviais fase Arenosa

Tratam-se de solos totalmente arenosos, sem distinção de camadas a até 1,0 m de profundidade. Nos estágios iniciais se situam nas margens dos rios de onde recebem a sedimentação de material grosseiro. São empregados com pastagens, coqueiros, cajueiros e piaçaveiras.

4.7.2. Solos Hidromórficos – Gleissolos

Classificação: Gleissolo Háplico Tb, Eutrófico solódico, Inceptsol

Os solos hidromórficos são típicos de baixadas, sem erosão, com predomínio de argilas expansivas tipo (2:1), que possuem má drenagem e, portanto, estão sujeitos ao acúmulo de água e secagem. Algumas vezes têm a presença de "gilgay" (pequenas elevações que aprecem no relevo em decorrência do deslocamento ascendente de material penetrante, após a reumidificação, provocando a expansão do solo) (Figura 6b).

Os hidromórficos são solos de textura argilosa a muito argilosa, possuem hor. A moderado, fase floresta perenifolia de várzea e relevo plano. O seu horizonte superficial é organo-mineral, seguido de camadas gleizadas ou mosqueadas, geralmente compactas e duras quando secas. Eles acumulam MO no horizonte superior, chegando a um teor de mais de 6%. Apresentam horizontes gleizados, devido ao processo de oxirredução dos óxidos de ferro, resultando na presença de cores neutras e variegado típico, que mudam para bruno com a exposição ao ar.

Estes solos são plásticos, pegajosos, pouco permeáveis, argilosos (argila > que 35% e silte entre 20 e 30%) e de estrutura maciça, muito coesa. O pH é em torno de 5,0, mas, em caso de coluvios (solos arrastados por deslizamentos pela gravidade), o pH aumenta com a profundidade, chegando a 7,0.

Nos sedimentos aluviais (áreas transportadas por ação dos rios), o V% varia de 25% a 50% em todo o perfil, enquanto nas áreas coluviais o V% depende do material geológico circunvizinho. Apresentam riqueza em soma de bases, sendo maior nos solos oriundos de sedimentos aluviais. Apresentam Al^{+++} desde a superfície, muitas vezes neutralizado pela presença de bases trocáveis. A CTC tem valor médio (> 15 $cmol_c\ dm^{-3}$) nas capas inferiores e elevado na superfície (> 30 $cmol_c\ dm^{-3}$) pela elevada presença de C orgânico.

São solos utilizados com pastagens, especialmente para animais de serviço, cultivos de ciclo curto e pomares. Não se trata de um solo adequado para o cultivo do cacau e quando isso acontecer, deve-se fazer uma drenagem criteriosa de maneira a evitar o acúmulo de água. Estes solos ocorrem nas planícies aluviais, principalmente nos rios Pardo, Jequitinhonha, Mucuri, Salsa e Ubu, e em áreas de baixada em toda a região.

4.7.3. Solos Semiáridos

Os solos Semiáridos podem apresentar horizonte câmbico, mas, frequentemente apresentam horizonte nátrico nas baixadas e horizonte argílico em zonas intermontanas de gnaisses dobrados. O relevo é predominantemente movimentado com áreas pedregosas, modelado sobre rochas do Cristalino. A fertilidade natural é média a alta, sendo ricos em minerais primários e argila de atividade alta (Figura 6c). É usado no plantio de sisal, palma forrageira e, onde é possível, algodão e girassol.

Novos critérios técnicos de manejo têm criado possibilidades para expansão de lavouras de cacau na região semiárida, em variados tipos de solo, especificamente em áreas com relevo que possibilitam práticas de mecanização e irrigação.

5. REFERÊNCIAS

ARAUJO, Q. R. **Solos de Tabuleiros Costeiros e Qualidade de Vida das Populações.** Ilhéus, Bahia: Editus, 2000. 97p.

ARAUJO, Q. R.; SODRÉ, G. A.; PAIVA, A. Q.; CHEPOTE, R. E.; LOUREIRO, G.; REIS, E. L.; PACHECO, R. G.; SANTANA, S. O.; MARROCOS, P. C. L.; VALLE, R. R. Manejo de Solos para a Cultura do Cacaueiro In: **Manejo e Conservação do Solo e da Água.** Viçosa, MG: Sociedade Brasileira de Ciência do Solo, v.1, 2019. p. 983-1007.

ARAUJO, Q. R.; COMERFORD, N. B.; BEZERRA, J. L; FALEIRO, F. G.; OGRAM, A. V.; ALAGELY, A.; BEZERRA, K. M. T.; MENEZES, P. V.; SANTOS FILHO, L. P.; SANTOS, J. G.; FALEIRO, A. S. G. Microbial Evaluation Associated with the Coeso Layer. In: Brazilian Coastal Tableland Soil. **Revista Agrotrópica**, Ilhéus, Bahia: Ceplac/Cepec, v.17, p.5 - 16, 2005.

ARAUJO, Q. R.; COMERFORD, N. B; OGRAM, A. V.; ALAGELY, A.; SANTOS FILHO, L. P; SANTOS, J. G. Soil carbon and physical properties changes in Brazilian Coastal Tableland soils with land use following deforestation under different land uses. In: **Agroforestry Systems,** Dordrecht,. 63 (2): 93 - 198, 2004.

ARCE, M. P. **Manual de Cultivo del Cacao.** Lima, Peru: Ministério de Agricultura/ Proamazonia, 2003. 100 p.

CARVALHO, J. P. **Classificação de solos: Estados Unidos; Brasil; Internacional da FAO; Diferenças.** Disponível em: Pedologia%20Fácil %20-%20Classificação%20dos%20solos.html. Acesso em: Dez. 2022.

CAVEDON, A. D.; SHINZATO, E. Levantamento de Reconhecimento de Solos. **Levantamento de solos.** Cap. 2, 2022. p. 9-53. Disponível em: Solos_levantamento%20(1).pdf. Acesso em: Nov. 2022.

CHEPOTE, R. E. et al. Aptidão agrícola e fertilidade dos solos para a cultura do cacaueiro. In: Valle, R. R. (Ed.) **Ciência, tecnologia e manejo do cacaueiro.** 2. ed. Brasília: Mapa/Ceplac, 2012. p. 67-114.

HARDY, F. **Manual del Cacao.** Turrialba: IICA, 1975. 439 p.

HAVORD, G. A detailed soil and land capability survey of an area in Trinidad. **Soil and land-use surveys.** Trinidad: Imperial College of Tropical Agriculture, v. 13, 59 p, 1961.

JACOMINE, P. K. T. A nova Classificação Brasileira de Solos. **Anais [...]** Recife: UFRP/Academia Pernambucana de Ciência Agronômica, vols. 5 e 6, p.161-179, 2008-2009.

LIMA, M. R. de. **Principais Classes de Solos do Brasil.** Curitiba: UFPR, 28 p. Disponível em: solos_brasil.pdf. Acesso em: Dez. 2022.

LOUREIRO, G. A. H. A; DANTAS, P. A. S.; ARAUJO, Q. R. Manejo e Conservação do Solo Para Cacaueiro In: Souza Júnior, J. O. **Cacau - Cultivo, Pesquisa e Inovação.** Ilhéus, Bahia: Editus, Editora da UESC, 2018. p. 399-436.

MALAVOLTA, E. **Elementos de nutrição mineral das plantas.** São Paulo: Ceres,1980. 252 p.

MARTINS, P. F. S.; AUGUSTO, S. G. Propriedades físicas do solo e sistema radicular do cacaueiro, da pupunheira e do açaizeiro na Amazônia Oriental. **Revista Ceres,** v. 59, n. 5, p. 723-730, 2012.

PAIVA, A. de Q.; ARÉVALO-HERNÁNDEZ, B. V. C.; FERNANDES, R. B. A. Atributos físicos do solo para a cultura do cacaueiro. In: SOUZA JÚNIOR, J. O. de (Org.). **Cacau: cultivo, pesquisa e inovação.** Ilhéus, Bahia: Editus, Editora da UESC, 2018. p. 215-233.

REZENDE, J. de O. Reflexão sobre as limitações agrícolas e o manejo dos solos coesos dos Tabuleiros Costeiros. In: Araujo, Q. R. (Org.), **500 Anos de Uso do Solo no Brasil.** 1 ed. Ilhéus, Bahia: Editus, 2002. p. 463-520

REZENDE, J. de O. Solos Coesos dos Tabuleiros Costeiros: Limitações Agrícolas e Manejo. Série **Estudos Agrícolas,** 1. Salvador, Bahia: SEAGRI-BAHIA, 2000. 117p.

SAAVEDRA, M. M.; TAMARIZ, E. E.; AGUILAR, L. M.; CASTILLO, J. C. R. **Manual Manejo Técnico del Cultivo de Cacao Blanco de Piura.** Lima, Peru: Ministerio de Agricultura, 2012. 71 p.

SÁNCHEZ, M. A. A.; LEÓN, D. G.; ARCE, S. M.; LÓPEZ, T. D.; LÓPEZ, P. M. Solos para o cultivo do cacaueiro. **In: Manual técnico del cultivo de cacao: prácticas latino-americanas.** San José, Costa Rica: IICA, 2017. 165 p.

SANTANA, S. O.; FARIA FILHO, A. F.; LISBOA, G. P. **Mapa de Solos.** Ilhéus, Bahia: Ceplac/Cepec/Senup, 2010. (escala 1:750.000).

SANTANA, S. O. et al. **Solos da região Sudeste da Bahia: atualização da legenda de acordo com o Sistema Brasileiro de Classificação de Solos.** Rio de Janeiro: Embrapa Solos/Ceplac/Uesc, 2002. 93 p. (Boletim de Pesquisa e Desenvolvimento: n. 16).

SANTOS, H. G. dos. et al. **Sistema Brasileiro de Classificação de Solos.** 5 ed. Brasília, DF: Embrapa. 2018. 355 p.

SANTOS, D. R.; REICHERT, J. M. **Classificação e vocação de uso das terras.** Santa Maria: UFSM, 2011. 123 p.

SILVA, L. F. da. Solos para cacau. In: Curso Internacional de Cacau, 4º. **Memórias.** Ilhéus, Bahia: Ceplac/Cepec, 1979. 21 p.

SILVA, L. F. da; CARVALHO FILHO, R. Classes de solo para cacau na Bahia, Brasil. **Revista Theobroma,** Ilhéus, Bahia: Ceplac/Cepec, v. 1, n. 2, p. 39-54, 1971.

SILVA, L. F. da; CARVALHO FILHO, R.; MELO, A. O. de. **Solos da Região Cacaueira e Aptidão Agrícola.** Ilhéus, Bahia, Convênio Ceplac/IICA/OEA, 1975. 179 p.

SMITH, A. J. La selección de suelos para cultivo del cacao. Organización de las Naciones Unidas para la Agricultura y la Alimentación. **Boletim sobre Suelos,** n. 75, 77 p., 1967.

SOUZA JÚNIOR, J. O.; KERJ, J. C.; MELLO, W. V; CRUZ, C. D. Produtividade do cacaueiro em função de características do solo: II. Características físico-morfológicas e alguns elementos extraídos pelo ataque sulfúrico. **Revista Brasileira da Ciência do Solo**, v. 23, p. 873-880, 1999.

SUÁREZ, Y. Y.; SUÁREZ, J.; AGUDELO, G. A.; DAZA, E. Y. B.; ESTRADA, G. A. R.; MOLINA, J. R. **Modelo productivo para el cultivo de cacao (*Theobroma cacao* L.) en el departamento de Santander**. Mosquera: AGROSAVIA, 2021. 168 p. (Colección Transformación del Agro).

6. ANEXO 1: Glossário

Palavra	Descrição
Abrúptico	Quando apresenta aumento acentuado no teor de argila dentro de uma pequena distância vertical, resultando numa mudança textural abrupta entre o horizonte A ou E e o horizonte subjacente B.
Ácrico	É um solo altamente intemperizado que apresenta baixos valores de retenção de cátions no horiz. B. Refere-se à Soma de Bases (Ca^{++}, Mg^{++}, K^{+} e Na^{+}) + Al^{+++} trocável em quantidade = ou < que 1,5 $cmol_c$ /kg^{-1} de argila em pH igual ou > 5,0.
Alfisol	Segundo a classificação americana (USDA) é uma ordem de solos que se forma em áreas semiáridas a úmidas; possuem elevada fertilidade natural e subsolo enriquecido com argila. A saturação de bases é superior a 50% no horizonte diagnóstico.
Álico	São solos com alta saturação por alumínio, sendo m = ou > 50%.
Alissolos	São solos ácidos com elevada toxidez por alumínio (m%), baixa fertilidade química e baixas reservas de nutrientes.
Aluvial	É um solo pouco evoluído, formado a partir de depósitos aluviais recentes, sobre os quais se formou um horizonte A, sobreposto a camadas de texturas variáveis e sem relação pedogenética entre si.
Argila 1:1	Possui uma camada de tetraedros de silício e oxigênio e outra de octaedros de alumínio (ou magnésio) e hidroxilas. São encontradas em solos argilosos mais intemperizados (Latossolos e Nitossolos). Principais minerais: caulinita, gipsita, goetita e hematita.
Argilas silicatadas	São os minerais de argila (silicatos de alumínio no estado cristalino), do grupo dos filossilicatos e com diâmetro <0,002 mm. Têm duas unidades estruturais: i) um tetraedro de sílica, formado por ligações de 1 átomo de Si a 4 átomos de O. ii) um octaedro, formado por 1 átomo de Al e 6 de O.
Argilúvico	Solos que têm concentração de argila no horizonte B, expressa por gradiente textural igual ou maior que 1,4 e/ou iluviação de argila evidenciada pela presença de cerosidade moderada ou forte no horizonte E, sobrejacente ao horizonte B textural (não espódico).
Argisssolo	Solos que apresentam acúmulo de argila no horizonte B (horizonte diagnóstico de máxima eluviação), sendo que o horizonte A possui mais areia que o horizonte subsuperficial.
Boulders	Pedregulhos.
Calhau	Detritos de pedra de dimensões entre 64 e 128 mm.
Cambissolos	São solos rasos e em desenvolvimento (jovens) com horizonte B incipiente, subjacente a qualquer tipo de horizonte superficial (exceto hístico com 40 cm ou mais de espessura) ou horizonte A chernozênico.
Caráter ácrico	É quando o solo possui maior quantidade de cargas positivas do que negativas, diminuindo a CTC.
Cascalho	Designa solo ou textura que contém entre 15 e 50% de cascalhos na composição granulométrica.
Caulinítico	Que tem caulinita ou caolim, um argilo-mineral de alumínio hidratado, 1:1, formado pelo intemperismo gerado pela hidrólise parcial, sob drenagem menos eficiente, resultando na eliminação do K pela quebra da molécula de água, permanecendo 66% da sílica no mineral.
Cerosidade	São películas finas de material inorgânico de natureza diversa, normalmente resultante da migração de argila, que revestem a face de agregados ou frações grosseiras (grãos de areia, por exemplo) com superfícies brilhantes de aspecto lustroso e brilho graxo. Serve para identificar horizonte B textural e B nítico.

Chernossolo	São solos que têm coloração escura, riqueza em matéria orgânica e nutrientes, com alto teor de cálcio, magnésio e carbonato no horizonte A. São muito férteis e ideais para a agricultura, sendo sobreposto a Horiz. B textural, B incipiente ou B nítico, todos com V% alta.
Coeso	Solos com horizontes subsuperficiais adensados, muito resistentes à penetração da faca e muito duros quando secos, passando a friáveis ou firmes quando úmidos.
Distrocoeso	Solos que apresentam V < 50% e teores de Fe_2O_3 de 18% a < 36% na maior parte dos primeiros 100 cm do horizonte B (inclusive BA) e caráter coeso até 150 cm de profundidade.
Distrófico	Quando V < 30% na maior parte dos primeiros 100 cm do horizonte B (inclusive BA).
Duripã	Horiz. com 10 cm ou mais de espessura, fortemente cimentado por sílica, óxido de ferro ou carbonatos; quando seco possui consistência dura, muito dura ou extremamente dura.
Eluviação	Movimento descendente de soluções ou de coloides em suspensão nos solos, quando a precipitação excede a evaporação.
Endoeutróficos	Quando a saturação de bases (V%) é alta em maior profundidade.
Endodistróficos	Solos com horizonte A mesotrófico (V% - 30 a 50%) e horizonte B distrófico (V%< 30%)
Entissol	É um tipo de solo formado no subsolo sem combinação com sedimentos ou rochas. É definido pela quase ausência de horizontes e elevada resistência ao intemperismo. É visto em áreas de erosão ou deposição ativa em encostas íngremes, planícies de inundação, movimentação de areias ou descarte de terra e resíduos urbanos.
Epieutrófico	Quando a saturação de base (V%) é alta em superfície.
Epipedon ócrico	Quando a saturação de bases (V%) é inferior a 50% no horizonte superficial. Difere do Horizonte úmbrico pela cor e pequena espessura no horizonte Ap (20 cm).
Epipedon hístic	É quando o horizonte superficial do solo não é inferior a 1 m de prof., sendo rico em C orgânico e saturado com água por uma parte do ano.
Espódico	Designa solos intermediários para Podzóis, com um horizonte Bs, Bh ou Bsh. É um horizonte mineral subsuperficial, no qual houve acumulação iluvial de MO, compostos de Al e presença ou não de Fe.
Espodossolo	Os espodossolos, anteriormente conhecidos como podzois, possuem horizonte diagnóstico B espódico de cor cinza escura ou preta, às vezes amarela ou vermelha, situado imediatamente abaixo do horizonte E (álbico ou não), A ou horizonte hístico, dentro de 200 cm a partir da superfície do solo ou com a soma dos horizontes hísticos (< de 40 cm) + E ultrapassando 200 cm de profundidade. São ácidos e pobres em bases trocáveis, apresentam alto teor de areia e acúmulo de matéria orgânica no horizonte B.
Eutroférrico	É quando os solos apresentam atividade de argila alta, V% > 50 e teor de Fe_2O_3 de 180 g kg^{-1} a < 360 g kg^{-1} na maior parte dos primeiros 100 cm do horizonte B, inclusive BA.
Eutrófico	Quando V > 50% na maior parte dos primeiros 100 cm do horizonte B (inclusive BA).
Férricos	Solos que possuem teor de Fe_2O_3 > 18% na maior parte dos primeiros 100 cm do horizonte B (inclusive BA).
Flúvico	São solos minerais não hidromórficos, oriundos de sedimentos recentes, sobrepostos e com baixo desenvolvimento pedogenético.
Gleissolo	São solos que apresentam os horizontes B ou C de cor acinzentada com ou sem mosqueado, subjacente ao horizonte A ou E, devido à perda de ferro em ambiente redutor com excesso de água.

Háplico	É uma possibilidade de classificação não atendida na sequência anterior e listada na classificação de solos da EMBRAPA.
Hapludalfs	De acordo com a Soil Taxonomy americana é um tipo de Alfisol encontrado em climas úmidos. O Alfisol é uma ordem de solo com um subsolo enriquecido com argila e fertilidade nativa relativamente alta.
Hapludult	É um grande grupo da Soil Taxonomy americana; trata-se de um solo encontrado em áreas úmidas, que possui horizontes argilosos e pouco calcário.
Hipereutrófico	Solos que possuem elevada saturação de bases.
Hipodistrófico	Solos pobres em saturação de bases.
Hipoférrico	Solos com baixo teor em de óxidos de ferro (Fe_2O_3 < 8%).
Horizonte A antrópico	Formado ou modificado pelo uso contínuo do solo pelo homem.
Horizonte A moderado	É um solo que apresenta desenvolvimento incipiente, caracterizado pela pouca diferenciação nas características morfológicas, principalmente pela cor e estrutura. Ele corresponde ao epipedon ócrico da classificação norte-americana e ainda não possui os requisitos para ser caracterizado como horizonte hístico ou A antrópico.
Horizonte albico	Horizonte subsuperficial em que há intensa perda de material coloidal orgânico e inorgânico (areia e silte), sendo a cor clara devido à lixiviação dos citados compostos. Na área de estudo situa-se sobre o horizonte Bh ou Bsh, sendo típico dos Podzóis.
Horizonte argílico	É o horizonte que tem um acúmulo em profundidade, de argilas silicatadas que se translocaram para baixo, partindo dos horizontes superiores.
Horizonte B Latossólico	É constituído por quantidades variáveis de óxidos de Fe e Al, argilominerais do tipo 1:1, quartzo e outros minerais mais resistentes ao intemperismo.
Hor. B textural	Solo que sofreu incremento de argila com teor > que 15%, orientada ou não devido a processos de iluviação, formando películas em torno da estrutura, denominadas cerosidade, podendo ter formação local por ferrólise dos horizontes supracentes ou do material de origem.
Horizonte B Tb e Ta	O horizonte B pode ser “Tb” (teor de argila de atividade baixa), se possuir teor de argila menor ou igual a 27 cmol/kg de argila (sem o desconto da participação da MO), e “Ta” (teor de argila de atividade alta) quando é maior que 27 cmol/kg de argila.
Horizonte B espódico	Horiz. Mineral subsuperficial no qual houve acúmulo iluvial de MO, compostos de Al com presença ou não de Fe, adquirindo cor escura devido ao acúmulo de MO. Ocorre abaixo do Horiz. A ou E.
Horizonte hístico	É um horizonte superficial de constituição de material orgânico resultante da deposição superficial de resíduos vegetais com pelo menos 80 g kg^{-1} de C-org. (horizonte O) com menos de 40 cm de espessura sob contato lítico. É formado sob condições de excesso de água por vários dias do ano ou em altitude elevada, permitindo grande acúmulo de MO na superfície.
Horizonte ócrico	Corresponde ao horizonte A moderado.
Iluviação	Iluviação é a acumulação de materiais do solo dissolvidos ou suspensos em um horizonte sendo eluviados de outro horizonte.
Inceptsol	Corresponde aos Cambissolos no Sistema Brasileiro de Classificação.
Mesoférrico	Solos com médio teor de óxidos de ferro (Fe_2O_3 de 8 a 17%).
Mesotérmico	Refere-se a temperatura média anual do solo até 50 cm de profundidade entre 8 ºC a 15 °C. Abaixo de 8 ºC é frígido ou hipotérmico e acima de 22 ºC é hipertérmico.

Mesotrófico	São solos que apresentam situação intermediária entre baixo e alto teor em nutrientes (V entre 30% e 50%).
Molisol	São solos neutros a levemente ácidos, presentes em latitudes temperadas, muito ricos em Mg, K, Ca e Na. Tem horizonte A escuro até 1,0 m, rico em húmus (cor preta) e microfauna, sendo sempre renovado através das raízes de plantas mortas. O horizonte B é rico de carbonato de cálcio, principalmente em regiões secas. Alguns se formam a partir do depósito de *loess* (solo fértil formado pela ação dos ventos, acumulando argila, cálcio, feldspato, quartzo e outros minerais).
Neossolo	Solos constituídos de material mineral ou orgânico pouco espesso, devido a sua resistência ao intemperismo; ainda não apresentam modificações expressivas do material originário, tendo sua evolução limitada. Esses solos não possuem horizonte B diagnóstico.
Nitossolo (vem de nítido, brilhante)	Possui horiz. mineral subsuperficial não hidromórfico, textura argilosa ou muito argilosa e baixa relação textural (B/A <1,5), sem incremento de argila do horiz. A para o horiz. B. Tem espessura mínima de 30 cm.
Organossolo	Presença de horizonte O ou H hístico com teor de matéria orgânica > ou = 0,2 g kg^{-1} de solo e espessura mínima de 40 cm. Ou com espessura de 30 cm ou mais quando sobrejacente a um contato lítico.
Órtico	Os Neossolos Quartzarênicos Órticos são solos com sequência de horizontes A-C ou A, AC e C, sem contato lítico até 50 cm e com textura arenosa ou franco-arenosa nos horizontes até 150 cm de prof.
Pedon	É o menor volume que pode ser considerado como um solo completo, incluindo toda a homogeneidade no sentido vertical.
Podzolização	Quando há migração de Al e da matéria orgânica, com ou sem a presença de Fe, para o horizonte B, resultando em um acúmulo de sílica no horizonte onde houve o processo de eluviação.
Psamítico	Quando apresentam textura arenosa (< 15% argila) em todos horizontes dentro de uma profundidade de 50 cm.
Relevo	Refere-se a declividade de um terreno, podendo ser: i) Plano - 0 a 3% de declividade; ii) Suave ondulado - 4% a 8%; iii) Ondulado - 9% a 20% de declividade; iv) Forte Ondulado - 21% a 45% de declividade.
Saturação de Bases (V%)	Reflete o nível de fertilidade do solo, sendo calculada pela fórmula V = (S x 100) / T (S - soma de bases; T - capacidade de troca de cátions).
Slikensides	São superfícies lisas e lustrosas, com estrias paralelas, observados em agregados de solos constituídos por argilominerais expansivos.
Solódico	Quando apresentam saturação por sódio entre 6-15%.
Solos friáveis	É quando há facilidade de desintegração das partículas.
Soma de Bases	Refere-se a soma de bases trocáveis (K^+, Ca^{++}, Mg^{++}, Na^+).
Textura	A textura diz respeito a fase mineral sólida do solo, agrupada em clases que indicam a proporção das partículas em uma fração de terra. Tamanhos em diâmetro das partículas: argila - < 0,002 mm; silte - entre 0,002 e 0,02 mm; areia - entre 0,02 e 2,0 mm.
Textura franco	É quando o solo tem quantidades equivalentes de areia, silte e argila.
Textura franco argilosa	Solo franco argiloso se aproxima da textura intermediária, mas apresenta uma maior proporção de argila.

Textura franco arenosa	Solo franco arenoso se aproxima da textura intermediária, mas apresenta uma maior proporção de areia.
Vertissolo	Solos constituídos de material mineral não hidromórfico com horizonte vértico e séria restrição temporária à percolação de água. Possui 30% ou mais de argila ao longo do perfil e muda de volume de acordo com a umidade. Requisitos: i) Teor de argila nos 20 cm superficiais, mínimo de 300 g kg^{-1} de solo; ii) Fendas verticais no período seco com pelo menos 1 cm nos primeiros 50 cm de profundidade. iii) Sem material com contato lítico ou lítico fragmentário, horizonte petrocálcico ou duripã dentro dos primeiros 30 cm. iv) Ausência de horizonte B diagnóstico acima do horizonte vértico.
Ultisol	O Ultisol tem saturação de bases inferior a 50% no horizonte diagnóstico. É uma classificação do Sistema Americano, sendo um Argissolo que tem baixo potencial nutricional.
Úmbrico	Quando apresentam horizonte A proeminente.

Fontes: Jacomine (2008-2009); Santos; Reichert (2011); Santos et al. (2018); Carvalho (2022).

CAPÍTULO 5

Propagação do cacaueiro

PROPAGAÇÃO DO CACAUEIRO

Jackson Emanuel Benevides Prado, Milton José da Conceição George Andrade Sodré

O preparo de uma boa muda assegura alta longevidade e produtividade na cacauicultura.

1. INTRODUÇÃO

O cacaueiro (*Theobroma cacao* L.) pode ser propagado comercialmente de forma sexuada ou assexuada. A sexuada ou seminal é feita utilizando-se as sementes, especialmente para a propagação de híbridos, enquanto a assexuada é realizada empregando partes vegetativas da planta para propagar cultivares e clones.

Nos últimos anos ocorreu uma evolução no processo de preparação das mudas de cacaueiro, sendo isso influenciado pelo uso da enxertia e estaquia, visando à propagação vegetativa através da "clonagem". As mudas seminais também passaram a ser usadas para produzir porta-enxertos, buscando-se, principalmente, tolerância as doenças, produção precoce e aumento da produtividade.

Muitos produtores ainda preparam as mudas seminais ou enxertadas em viveiro para uso próprio. Atualmente, essa atividade está sendo dinamizada com a atuação de viveiristas comerciais, que têm produzido e comercializado mudas para os polos cacaueiros do Brasil. Eles são credenciados pelo Ministério da Agricultura e Pecuária - MAPA, desde o ano de 2007, e empregam planejamento e acompanhamento diferenciados, a fim de assegurar a identidade genética e a qualidade das mudas.

2. PROPAGAÇÃO SEXUADA

2.1. Formação de mudas seminais

As fases de produção das mudas são as seguintes: construção do viveiro, preparo das mudas e tratos culturais, que constam do protocolo a seguir.

2.1.1. Construção do viveiro

Localização: o viveiro deve ser construído em local plano ou ligeiramente inclinado, que apresente boa condição de drenagem, esteja situado próximo de fonte de água e, preferencialmente, do local de plantio das mudas.

Estrutura: na construção do viveiro deve-se utilizar esteios de madeira, bambu ou pilares de alvenaria, que deverão ser colocados a uma distância de 3,0 metros um do outro. A altura interna deverá ser de 2,50 metros.

O comprimento e a largura do viveiro variam de acordo com a quantidade das mudas a serem produzidas. Cada metro quadrado (m^2) de canteiro comporta 50 mudas. Um viveiro de 25 m^2 abriga cerca de 1.000 mudas, considerando o espaço dos corredores de circulação.

O viveiro deve ser coberto com tela tipo sombrite, que permita 50 % de luminosidade (Tela Sombrite 50 %), a qual deve ser colocada em cima de uma estrutura com arame galvanizado nº 12. É preciso ter o cuidado de fechar as laterais com tela, pelo menos até a altura de 1 m, para proteção das mudas contra os ventos dominantes, o sol poente e a presença de animais (Figura 1).

É necessário instalar um sistema de irrigação, visando atender a necessidade de água, para assegurar o crescimento e desenvolvimento das mudas.

Figura 1. Aspecto externo de viveiro de mudas de cacau. Foto: Águido Ferreira.

2.1.2. Preparo das mudas

2.1.2.1. Preparo do substrato e enchimento dos sacos de polietileno

As principais funções do substrato são: conter as plantas nos sacos de polietileno; fornecer nutrientes para o crescimento e desenvolvimento; promover a retenção de água, drenagem e aeração. É necessário que haja uma boa aeração, para favorecer o crescimento das raízes e promover boa drenagem, a fim de que elas não apodreçam. O pH do substrato deve ser levemente ácido (5,0 a 5,5).

O substrato usado em viveiros que produzem mudas para uso próprio é feito com solo rico em matéria orgânica (terriço) e/ou outros materiais, tais como: pó de fibra de coco, casca de *Pinus* compostada, húmus de minhoca e composto de casca de cacau. As proporções de cada componente do substrato devem ser

ajustadas para evitar excesso ou falta de água, nutrientes ou que ocorram problemas devido a condutividade elétrica (CE) elevada.

No caso de utilizar o solo, aproveitar a camada orgânica em até 20 cm de profundidade.

Observação: atualmente já existem substratos comerciais disponíveis no mercado contendo produtos misturados, tais como: vermiculita, turfa, calcário dolomítico, gesso agrícola e fertilizantes de liberação lenta à base de NPK e micronutrientes, em mínimas doses e isentos de contaminantes, para garantir a sanidade e o desenvolvimento da planta.

No preparo do substrato devem ser realizadas as seguintes operações:

- Transportar o terriço e peneirar, descartando raízes, pedregulhos e outros materiais desnecessários.

- Para cada 20 latas (400 L) do substrato, incorporar e misturar os seguintes fertilizantes: 2 kg de superfosfato simples, de preferência em pó, 200 gramas de cloreto de potássio e 50 gramas de micronutrientes FTE- BR 12, moído.

- Encher os sacos de polietileno, deixando 2 a 3 cm na parte superior, para colocar serragem curtida e pré-lavada, a fim de conservar a umidade e reduzir a ocorrência de plantas invasoras. Gasta-se em média, um dia de trabalho para encher 400 sacos nas dimensões de 15 cm x 28 cm x 0,10 mm.

Os sacos devem ser distribuídos em canteiros de 01 metro de largura, feitos com arame liso, em fileiras, cuja largura comporta 07 mudas. Os sacos devem ser separados entre si por pedaços de madeira ou bambu, na distância de até 6 cm um do outro, para proporcionar mais luminosidade e facilitar o desenvolvimento das mudas (Figura 2).

- Deixar espaços de 50 cm entre os canteiros de mudas (ruas), para o movimento dos operários durante os tratos culturais. Os canteiros devem ficar no sentido Leste-Oeste.

Observação: é importante verificar se os sacos têm um furo de, no mínimo, 1,0 cm de diâmetro na parte inferior. Esse furo é necessário para permitir a drenagem do excesso de água.

Figura 2. Construção de canteiros no viveiro de mudas. Foto: Águido Ferreira.

2.1.3. Propagação por sementes

2.1.3.1. Histórico e seleção

Na fase pioneira, as sementes utilizadas no plantio dos cacaueiros originavam-se das variedades: Comum, Pará, Parazinho e Maranhão. Posteriormente foram utilizadas as coleções denominadas Seleção Instituto de Cacau da Bahia - SIC e Seleção Instituto Agronômico do Leste - SIAL, obtidas por meio de seleção massal.

A partir dos anos 1970, a Ceplac desenvolveu o programa de produção e distribuição de sementes híbridas de cacaueiros com os produtores da Bahia, Amazônia e Espírito Santo, chegando a alcançar mais de 80 milhões de sementes por ano.

Os cacaueiros formados por meio de sementes iniciam a produção econômica aos quatro anos (embora a frutificação seja iniciada a partir dos três anos) e estabiliza aos oito anos. Quando bem manejados, eles mantêm produtividade aceitável (acima de 80 @/ha), pelo menos por até 30 anos.

Com a ocorrência da doença vassoura de bruxa na Bahia, em 1989, a propagação do cacaueiro passou a ser feita via assexuada, a partir dos anos 1990, por meio de mudas de "clones" tolerantes e produtivos, usando os métodos de enraizamento e enxertia.

2.1.3.2. Porta-enxertos

A partir do advento da clonagem, alguns materiais passaram a se destacar como porta-enxertos uniformes e resistentes às enfermidades, destacando-se entre estes os seguintes:**TSH 1188 e PH 09**, clones que devem ser usados preferencialmente como porta-enxertos na combinação com clones de pequeno porte, tais como: BN 34, PH 15, CCN 10, PH 16 e CEPEC 2002.

Observações:

- o clone TSH 1188, por ser um material vigoroso e também autoincompatível, pode transferir vigor excessivo para a copa, interferindo na uniformidade e produtividade dos plantios.

- materiais menos vigorosos, como o CEPEC 2002 e as variedades do grupo Forasteiro (Comum e Parazinho), devem ser usados como porta-enxertos para clones de médio e alto porte, a exemplo dos seguintes: SJ02, CCN 51, PS 13.19, CP 2176 e CP 2204.

A combinação enxerto/porta-enxerto possibilita obter plantas mais adequadas à realização de tratos culturais com destaque para a colheita.

2.1.3.3. Preparo das sementes e semeadura

● As sementes devem ser inicialmente lavadas para retirar a mucilagem. A seguir, para assegurar um bom crescimento, são imersas durante 24 horas num vasilhame com sacarose PA a 0,45M (diluir 154 gramas de sacarose em 0,5 litro de água destilada, e em seguida, completar para 1,0 litro da solução, usando o mesmo diluente).

● Iniciar o plantio das sementes inserindo-as nos sacos de polietileno com sua parte mais larga para baixo ou na dúvida, colocar deitada, enterrando cerca de 1 cm no terriço. Decorridos 15 a 20 dias após a semeadura, os cotilédones começam a se abrir (Figuras 3 e 4).

● O plantio de sementes em sacos facilita os tratos culturais e permite obter mudas desenvolvidas e uniformes (Figura 5).

Figura 3. Plantio das sementes inserindo-as nos sacos de polietileno. Foto: Águido Ferreira.

Figura 4. Plântulas de cacau com cerca de 15 dias. Foto: Águido Ferreira.

Figura 5. Mudas de cacaueiros com idade em torno de cinquenta dias. Crescimento uniforme e relativa facilidade nos tratos culturais. Foto: Águido Ferreira.

Observação: é recomendado que se mantenha aproximadamente 10% das sementes crescendo em bandejas de plástico ou minitubetes, a fim de que sejam usadas para substituir plântulas mortas ou que sejam infectadas por doenças durante a fase de preparo do porta-enxerto. Essas plântulas recebem a denominação de "cavalinhos"; elas contribuem para formação de lotes uniformes, reduzem a variabilidade dos porta-enxertos na fase da enxertia e aumentam o rendimento das mudas enxertadas.

2.2. Tratos culturais nas mudas enviveiradas

● Proceder periodicamente à eliminação manual das plantas invasoras tendo o cuidado para não abalar o sistema radicular da muda.

● Realizar regas nos horários da manhã até as 09 horas ou a partir das 16 horas, obedecendo aos seguintes critérios:

i) nos primeiros 30 dias - duas regas por dia;

ii) entre 31 a 90 dias - uma rega por dia;

iii) após 90 dias - uma rega em dias alternados.

Observação: essa regra vale para dias não chuvosos ou com pouca chuva. O ideal é que se verifique com frequência a umidade do substrato no saquinho, especialmente se o solo usado no substrato tiver alto teor de argila.

● Adubação foliar: aplicar fertilizantes foliares à base de macro e micronutrientes a cada trinta dias ou quando se verificarem sintomas de deficiência atestados de maneira visual ou por análise química de folhas.

● Realizar a adubação foliar nitrogenada separadamente e a cada 30 dias, aplicando 50 g de ureia para 10 litros de água, utilizando pulverizador costal manual. Começar a aplicação aos 30 dias após a germinação das sementes. Atualmente recomenda-se a irrigação das mudas no viveiro, através de sistemas de irrigação por aspersão, que possibilitam a distribuição de água juntamente com a aplicação de fertilizantes, fungicidas e inseticidas. A fertirrigação assegura a produção de mudas de melhor qualidade (Figura 6).

Figura 6. Sistema de irrigação por aspersão em viveiro de mudas. Foto: Águido Ferreira.

2.3. Controle preventivo de pragas e doenças

Durante a fase de viveiro, as mudas estão sujeitas ao ataque de pragas e doenças. Uma boa medida de controle consiste em realizar as aplicações de forma preventiva. As principais recomendações de controle fitossanitário no viveiro são apresentadas nos tópicos a seguir.

2.3.1. Controle preventivo de pragas

Ácaro Mexicano (*Tetranychus mexicanus*): inseto que atrofia o desenvolvimento e provoca o aparecimento de manchas cloróticas no limbo foliar. Controle com acaricidas à base de buprofezin.

Vaquinhas (*Percolaspis ornata, Taimbezinha theobromae*): provocam o rendilhamento das folhas dos novos lançamentos. Controle à base de deltametrina 0,4 % (40 ml para 10 litros de água).

Lagarta enrola-folha (*Sylepta prorrogata*): danifica o limbo das folhas novas que ficam rendilhadas de forma irregular e enroladas. Controle à base de deltametrina 0,4 % (40 ml para 10 litros de água).

***Xileborus* ou *Xilosandrus*:** perfura o caule provocando a morte da muda. Previne-se evitando a acumulação de matéria orgânica em volta do viveiro. Em caso de ocorrência, aplicar inseticidas sistêmicos recomendados para o cacaueiro.

2.3.2. Controle preventivo de doenças

Antracnose (*Colletotrichum gloesporioides*): o fungo ataca as folhas novas causando lesões circulares alaranjadas e isoladas no ápice do limbo.

Controle: usar mancozebe a 0,2% e adesivo a 0,1% em aplicações quinzenais (20 gramas para 10 litros de água + 10 ml de adesivo)

Queima-das-folhas (*Phytophthora* spp.): se caracteriza pela presença de manchas irregulares e queima das folhas; em alguns casos, o coleto também é lesionado, ocorrendo a morte da muda.

Controle: usar fungicida à base de cobre a 0,3% e adesivo a 0,1% em aplicações quinzenais (30 gramas de cobre para 10 litros de água + 10 ml de adesivo).

Observação: todo controle químico de pragas e doenças envolve normas e atendimento à legislação para uso de pesticidas com o propósito de evitar riscos à saúde do operador e fitotoxidez às mudas. Antes de fazer as aplicações, recomenda-se sempre consultar um Engenheiro Agrônomo.

3. PROPAGAÇÃO ASSEXUADA

3.1. Clonagem

A clonagem é um termo usado com frequência na região cacaueira da Bahia para se referir ao processo de multiplicação de plantas por meio da propagação vegetativa, ou seja, sem a participação de células reprodutivas ou gametas. As plantas clonais asseguram a manutenção das características genéticas das plantas originais (matrizes), dando mais uniformidade e antecipando o período de produção. A clonagem dos cacaueiros é uma das práticas mais importantes para recuperar áreas decadentes e assegurar a alta produtividade da lavoura.

A propagação vegetativa no passado foi pouco usada, porque a Ceplac recomendava os híbridos e as seleções SIC e SIAL, propagados por sementes, que alcançavam bons resultados no campo. Com a necessidade de desenvolver plantas tolerantes à vassoura de bruxa e mais produtivas, a clonagem passou a ser usada amplamente.

As plantas clonais são mais uniformes e apresentam potencial de produção similar quando recebem o mesmo tratamento no campo, salvo quando há outro fator que as diferenciam, a exemplo da variabilidade do porta-enxerto. Esse princípio vem sendo explorado nos modernos sistemas de plantio, que dão ênfase ao máximo controle dos fatores de produção, a exemplo da condução das plantas, nutrição, irrigação, controle de plantas invasoras, poda de manutenção, manejo fitossanitário e colheita, que são facilitados nos plantios em blocos monoclonais.

As técnicas de propagação mais utilizadas na clonagem são estaquia e enxertia. Os cacaueiros propagados através desses métodos têm mais precocidade, sendo que alguns clones autocompatíveis podem produzir os primeiros frutos antes de um ano de idade e alcançar cerca de 50 arrobas de cacau por hectare, aos 36 meses.

3.2. Características dos clones de cacau recomendados

3.2.1. Clones compatíveis e incompatíveis

O cacaueiro é considerado uma planta alógama, que tem predominância da fecundação cruzada, apesar de ocorrer também uma taxa de autogamia (autofecundação). Os cacaueiros autocompatíveis são capazes de se fertilizar com o pólen da própria flor ou de outra flor da mesma planta. Já os cacaueiros autoincompatíveis são incapazes de se autofertilizar, necessitando de pólen de flores de outras plantas com as quais sejam compatíveis. Nos anos mais recentes, o programa de melhoramento genético da Ceplac deu ênfase aos clones autocompatíveis, os quais têm apresentado bons resultados na produtividade e tolerância à doença vassoura de bruxa.

A Tabela 1 mostra 16 clones recomendados pela CEPLAC, com as indicações de local onde devem ser plantados, porte, cor, tamanho dos frutos, número médio de amêndoas por fruto, pesos médio e total, e o número de frutos por planta necessário para produzir 100 arrobas/1000 plantas.

Tabela 1. Clones autocompatíveis recomendados pela CEPLAC (Período: 2006-2023).

Clones	Localizaçãodo plantio	Porte da planta	Cor do fruto	Tamanho dos frutos	Número médio de sementes por fruto	Peso médio da semente seca em gramas (g)	Peso total das sementes secas por fruto (g)	Número de frutos em 1.000 cacaueiros para produtividade de 100 @/ha
CCN 10	Terços Médio e Superior	Médio	Vermelho	Médio a Grande	41	2,37	97	15
CCN 51	Terços Médio e Superior	Grande	Vermelho	Médio a Grande	43	1,76	76	20
PS 13.19	Terços Médio e Superior	Médio	Vermelho	Médio	36	1,43	51	29
PH 15	Terços Médio e Superior	Pequeno	Vermelho	Médio	38	1,27	48	31
CP 49	Baixada e Terço Médio	Médio	Vermelho	Médio	33	0,98	32	47
FA 13	Terços Médio e Superior	Médio	Verde	Médio	40	0,75	30	50
LP 06	Terços Médio e Superior	Médio	Verde	Médio	44	1,00	44	34
SAL 03	Terço Médio	Pequeno	Vermelho	Médio	36	1,08	39	38
PH 09	Terço Médio e superior	Grande	Verde	Médio	44	1,41	62	24
CEPEC 2002	Baixada e Terço Médio	Pequeno	Verde	Pequeno	38	1,11	42	36
IPIRANGA 01	Baixada e Terço Médio	Médio	Vermelho	Médio a Grande	45	1,20	54	28
PH 16	Baixada e Terço Inferior	Pequeno	Vermelho	Médio	39	1,55	60	25
SJ 02	Baixada e Terço Médio	Grande	Vermelho	Médio	34	1,43	49	31
BN 34	Baixada, Terços Médio e Superior	Pequeno	Vermelho	Médio a Grande	39	1,36	53	28
CP 2176	Terços Médio e Superior	Grande	Vermelho	Médio	42	1,00	42	36
CP 2204	Baixada, Terços Médio e Superior	Médio	Vermelho	Médio a Grande	33	2,00	66	23

Fonte: Ceplac

3.3. Detalhamento de características dos clones recomendados (Figuras 7 a 22)

Figura 7. Clone BN 34 - Autocompatível, porte pequeno, produção precoce, fruto grande, meio rugoso, casca fina, resistente a estresse hídrico, podridão parda e vassoura de bruxa. Deve-se fazer enxertia alta ou em cavalo de alto vigor (TSH - 1188), ou até na forquilha da muda plantada no campo (enxertia de copa). Deve ser conduzido com poda na ponta dos ramos, visando ao engrossamento. Produção bem distribuída durante o ano. Produz chocolate de boa qualidade. Foto: Águido Ferreira.

Figura 8. Clone CCN 10 - Autocompatível, porte médio, suscetível à podridão parda, fruto de tamanho médio a grande, rugoso, casca média. Dentre os clones recomendados é o que apresenta maior peso de semente seca por fruto (1,8 a 2,3 g). Foto: Águido Ferreira.

Figura 9. Clone CCN 51- Autocompatível, porte grande e ereto, produção precoce, fruto grande e rugoso, casca de espessura média, suscetível à podridão parda. Deve ser plantado no terço médio a superior. Enxertar em cavalos de porte pequeno.
Foto: Águido Ferreira.

Figura 10. Clone CEPEC 2002 (VB 1151) - Autocompatível, porte pequeno, produção precoce, fruto pequeno, liso, casca média, tolerante à podridão parda e vassoura de bruxa. Enxertar em cavalos de porte alto. Produção acentuada no temporão, em torno de 80%. Excelente porta enxerto. Produz chocolate de boa qualidade.
Foto: Águido Ferreira.

Figura 11. Clone IPIRANGA 01 - Autocompativel, porte médio, fruto rugoso e de tamanho médio, casca fina, produção precoce, resistente à podridão parda e vassoura de bruxa. Pode ser colocado em baixadas. Exigente em podas de formação.
Foto: Águido Ferreira.

Figura 12. Clone PH 09 - Autocompatível, porte grande, fruto de tamanho médio e liso, casca de espessura média, suscetível à podridão parda, plantio em terço médio e superior. Foto: Águido Ferreira.

Figura 13. Clone PH 15 - Autocompatível, porte pequeno, boa arquitetura, fruto de tamanho médio, liso, casca de espessura média, produção precoce, resistente a podridão parda. Enxertar em cavalos de alto vigor.
Foto: Águido Ferreira.

Figura 14. Clone PH 16 – Autocompatível, porte pequeno, produção precoce, fruto médio a grande, liso, casca de espessura média, alta resistência à podridão parda e vassoura de bruxa, plantio preferencialmente em áreas úmidas e sombreadas, muito sensível à deficiência dos micronutrientes zinco e cobre. Enxertar em cavalos de alto vigor. Produz chocolate de boa qualidade.
Foto: Águido Ferreira.

Figura 15. Clone CP 49- Autocompatível, porte médio e ereto, precoce, fruto de tamanho médio e liso, casca de espessura média, rendimento de fruto baixo (alta frutificação), amêndoa com cerca de 1 grama; tolerante à seca e às doenças, podridão parda e vassoura de bruxa no fruto.
Foto: Águido Ferreira

Figura 16. Clone LP 06 - Autocompatível, porte médio, fruto médio, casca de espessura média, amêndoa com cerca de 1 grama, suscetível à podridão parda. Não plantar em baixada, produção concentrada no temporão. Pode ser usado como porta-enxerto.
Foto: Águido Ferreira.

Figura 17. Clone FA 13 - Autocompatível, porte médio, fruto de tamanho médio e liso com casca de espessura média; rendimento baixo de fruto (alta frutificação), amêndoa pequena com 0,75 grama, tolerante à podridão parda e vassoura de bruxa em fruto. Foto: Águido Ferreira.

Figura 18. Clone SALOBRINHO 03 - Autocompatível, porte pequeno, produção precoce, fruto médio, meio rugoso, casca de espessura média, amêndoa com cerca de 1 grama, tolerante à podridão parda e vassoura de bruxa no fruto; produção bem distribuída durante todo o ano. Foto: Águido Ferreira.

Figura 19. Clone PS 13.19 – Autocompatível, porte médio a grande, fruto de tamanho médio e casca lisa, de espessura média, suscetível à podridão parda e vassoura de bruxa. Evitar colocar em áreas com alta incidência de vassoura de bruxa (renovação), pois os enxertos e mudas apresentam baixa tolerância. Foto: Águido Ferreira.

Figura 20. Clone SJ 02 – Autocompatível, porte grande, fruto de tamanho médio e casca lisa, de espessura média, tolerante à podridão parda. Colocar nos terços médio e superior. Enxertar em cavalos de porte pequeno. Produz chocolate de boa qualidade.
Foto: Águido Ferreira.

Figura 21. Clone CEPEC 2176 – Autocompatível, porte grande, produção precoce, fruto médio, rugoso, casca de espessura média, suscetível à podridão parda. Deve ser plantado nos terços médio e superior. Enxertar em cavalos de pequeno porte. Foto: Águido Ferreira.

Figura 22. Clone CEPEC 2204-Autocompatível porte médio, produção precoce, fruto médio a grande, rugoso, casca de espessura fina, amêndoa com cerca de 2 gramas, resistente à podridão parda e vassoura de bruxa no fruto. Foto: Águido Ferreira.

4. MÉTODOS DE PROPAGAÇÃO VEGETATIVA DO CACAUEIRO

4.1. Enxertia

Atualmente o principal método de propagação vegetativa do cacaueiro é a enxertia, que tem por objetivo a produção de mudas clonadas e usadas para substituição de cacaueiros improdutivos e/ou muito suscetíveis ao ataque da doença vassoura de bruxa, por plantas superiores de alta produtividade e tolerantes ao fungo. O método de estaquia, ainda que em menor escala, também é utilizado na propagação vegetativa do cacaueiro.

4.1.1. Vantagens do método de enxertia

- Mais rápido e eficaz para a multiplicação das variedades clonais.
- Transferência integral do potencial genético de uma planta para as gerações seguintes.
- Mudança de genótipo: uma planta improdutiva e suscetível, ao ser enxertada, pode tornar-se produtiva e resistente, com elevado grau de tolerância às pragas e doenças.
- Menor porte das plantas: copas formadas por ramos plagiotrópicos (palmas);
- Agricultor pode formar o próprio jardim clonal com variedades clonais recomendadas pela Ceplac.
- Precocidade: retorno econômico mais rápido.
- Relação custo-benefício superior à relação custo-produção, se realizada com eficiência.
- Aproveitamento radicular da planta velha para enxertia no campo.
- Fácil domínio da técnica da enxertia pelos agricultores e operários de campo.
- A Planta enxertada é constituída de duas partes que se unem para aproveitar os pontos fortes do enxerto e porta-enxerto, formando uma planta bicomposta com as características desejadas.

4.1.2. Porta-enxerto ou cavalo

O porta-enxerto é uma parte da planta que forma o sistema radicular, tendo como funções básicas a sua sustentação, fornecimento de água e nutrientes, e adaptação às condições edafoclimáticas distintas (Figura 23).

Figura 23. Mudas de 5 meses para serem enxertadas quando apresentarem o diâmetro mínimo do caule de 1 cm, acima do ponto cotiledonar. Foto: George Sodré.

4.1.3. Enxerto ou cavaleiro

O enxerto é a parte da planta que integra o caule, as folhas e os ramos que sustentam os frutos, garantindo a reprodução da espécie. Trata-se da parte que forma a copa, sendo responsável pela absorção de luz para realizar o processo de fotossíntese.

4.1.4. Garfagem

A garfagem é o método de propagação vegetativa mais recomendado atualmente para o cacaueiro. O processo consiste em utilizar um pedaço de um ramo (garfo) com mais ou menos 20 cm de comprimento, contendo 3 a 4 gemas e fixar no caule de outro cacaueiro (porta enxerto ou cavalo) de maneira que o ramo se desenvolva. Isso faz com que os tecidos vegetais fiquem em contato, tenham compatibilidade, se regenerem e passem a ser uma única planta, apresentando as características almejadas.

O ideal é que o diâmetro do garfo (enxerto) seja igual ao do cavalo.

4.1.4.1. Garfagens de topo em fenda e lateral

Os métodos de enxertia por garfagem de topo em fenda e lateral são bastante similares em mudas enviveiradas e em brotos basais. Eles devem ser feitos quando as mudas e os brotos estiverem desenvolvidos, com idade de 5 a 6 meses e apresentarem cerca de 1 cm de diâmetro, à altura de 15 cm do solo.

Em ambos os tipos de garfagem se faz a inserção do garfo da planta melhorada, que deve ter o tamanho de 6 a 7 cm. Na enxertia de topo, a inserção é feita numa fenda central no caule da muda (Figura 24); já na fenda lateral, a inserção é feita entre a casca e o lenho da muda (Figura 25), como mostrado abaixo.

Figura 24. Enxertia por garfagem de topo em fenda. Foto: Águido Ferreira.

Figura 25. Enxertia por garfagem de topo lateral. Foto: Águido Ferreira.

A garfagem pode ser realizada em duas diferentes situações:

i) Garfagem em brotos basais no campo

A enxertia em brotos basais tem sido muito utilizada nos trabalhos de substituição das copas dos cacaueiros, alcançando maior sucesso quando o broto está localizado o mais próximo possível do solo, pois ele formará uma planta que possuirá o próprio sistema radicular.

A enxertia de brotos basais, apesar de ser bastante utilizada no início da clonagem, atualmente apresenta restrições, principalmente pela difícil condução do clone embaixo do cacaueiro e pelos riscos de infecção da planta nova com vassoura de bruxa, além da demora quando o agricultor retarda a retirada do cacaueiro que ainda encontra-se produzindo, prejudicando o desenvolvimento do novo enxerto.

Dessa maneira, recomenda-se utilizar essa enxertia apenas em plantas híbridas com idade de até 40 anos. Em áreas de cacaueiros comuns com idade avançada e baixa densidade (menos de 400 cacaueiros/ha), a melhor opção é fazer a renovação total com mudas enxertadas.

ii) Garfagem em mudas enviveiradas

A enxertia em porta-enxertos enviveirados permite maior controle do ambiente, facilita a irrigação, o controle fitossanitário, a adubação e possibilita maior rendimento do enxertador, pelo fato de os porta-enxertos estarem disponíveis no viveiro em uma área menor, quando comparada a área do plantio definitivo.

Em ambos os casos, deve-se atentar para que a região do caule destinada à enxertia esteja livre de lesões (ROSA, 1998). Quando a enxertia é feita em mudas, deve ser realizada acima do calo cotiledonar.

Quando o diâmetro do garfo é menor do que o do porta-enxerto, a técnica é denominada de **Garfagem de Topo em Meia Fenda.** Neste caso, o garfo é inserido na fenda do porta-enxerto, deixando uma falha em um dos lados.

Vantagens:

a) Método de simples execução.

b) Elevado índice de pegamento.

c) Fácil manejo.

d) Regeneração total dos tecidos cortados.

e) Ideal para plantações comerciais pela unificação do tronco.

f) Alguns porta-enxertos são resistentes às doenças.

Época de enxertia: em brotos basais, no campo, o ideal é fazer no período de setembro a março, evitando períodos de estiagem e temperaturas altas. Fora desse período, só quando houver boa luminosidade. No viveiro, com sombrite 50%, pode-se fazer durante todo o ano.

Observação: em períodos de inverno muito frio não se deve correr o risco de enxertar, pois os enxertos pegam, mas não se desenvolvem. Para viveiristas que produzem mudas durante todo o ano, recomenda-se que a face lateral do viveiro, que recebe a maior incidência de ventos, deva ser protegida com cortinas de tecido durante toda a noite.

Rendimentos: mudas no viveiro, 300 enxertos por jornada; mudas no campo e em broto basal, 100 enxertos/jornada. Índice de pegamento: acima de 80%.

5. EXECUÇÃO DA ENXERTIA

O sucesso da enxertia tem relação com as adequadas condições ambientais, as boas condições do porta-enxerto, a qualidade do material a ser enxertado, a habilidade do enxertador e a disponibilidade dos materiais a serem empregados.

Materiais utilizados:

- Canivete de Enxertia;
- Tesoura de poda;
- Serra de jardinagem pequena;
- Sacos plásticos nas dimensões de 10 cm x 30 cm x 0,15 mm;
- Fitilho plástico, fita biodegradável e ou similar;
- Lixa d'água nº 400;
- Flanela;
- Solução de água sanitária a 10% (usar vasilhame plástico, tipo spray);
- Hastes dos clones.

5.1. Enxertia passo a passo

5.1.1. Preparar as hastes (garfos)

- Observar se o diâmetro do broto ou da muda está em condições de enxertia. O garfo a ser escolhido não deve ser muito maduro e nem tenro, devendo ter o

tamanho de 20 cm e conter 3 a 4 gemas. Para o corte, utiliza-se um canivete bem afiado e limpo de impurezas.

- Preparar o garfo fazendo uma cunha de 5 a 7 cm na parte inferior (bisel), com superfícies planas sem ondulações, para que haja perfeita aderência entre as partes enxerto/porta-enxerto; evitar a contaminação das partes expostas pelos cortes (Figura 26).
- Ter o cuidado de não misturar garfos de variedades clonais diferentes; descartar garfos praguejados e doentes, que apresentem estrias ou pontuações escuras, ou castanho-escuro no lenho.
- O diâmetro do garfo deve ser igual ou pouco menor do que o do porta-enxerto, conforme o tipo de garfagem, fenda-cheia ou meia-fenda.

Figuras 26. Preparo das hastes (garfos) de cacaueiro. Foto: Águido Ferreira.

5.1.2. Realizar a enxertia

• Iniciar a enxertia cortando o porta-enxerto (broto basal ou muda de cacau) com o auxílio de uma serra ou tesoura de poda, a uma altura de 30 cm (Figura 27).

Figura 27. Corte da muda de cacau-porta-enxerto. Foto: Águido Ferreira.

• Amarrar o enxerto dando um nó de porco, de cima para baixo (Figura 28**).**

Figura 28. Amarrio do porta-enxerto
Foto: Águido Ferreira

• Preparar o garfo com o corte em bisel (Figura 29).

Figura 29. Corte em bisel. Garfo com 3 gemas.
Foto: Águido Ferreira.

• Abrir a fenda no porta-enxerto em corte longitudinal de 5 a 7 cm, evitando ondulações ou farpas (Figura 30). Faça um movimento de vaivém do canivete, para evitar acidente.

Figura 30. Abertura da fenda no porta-enxerto.
Foto: Águido Ferreira.

• Introduzir o garfo na fenda do porta-enxerto (Figura 31). O tempo de encaixe do garfo é em torno de 20 segundos, que evita a oxidação da seiva. Seiva oxidada, enxerto perdido.

União casca com casca: pelo menos um lado da casca do enxerto deve ser unido perfeitamente à casca do porta-enxerto.

Figura 31. Incisão do garfo no porta-enxerto.
Foto: Águido Ferreira.

• Amarrar o enxerto com auxílio do fitilho ou similar (Figura 32);

Figura 32. Amarrio do enxerto.
Foto: Águido Ferreira.

• Iniciar com um nó de porco, de cima para baixo e descer circundando o caule esticando o fitilho até atingir a extremidade inferior da fenda, arrematando com uma laçada. Finalizar o processo, concluindo o amarrio (Figura 33).

Figura 33. Finalização do amarrio.
Foto: Águido Ferreira.

• Borrifar o fungicida no local enxertado para evitar doenças (Figura 34).

Figura 34. Pulverizar com fungicida.
Foto: Águido Ferreira

• Cobrir a haste enxertada com um saquinho plástico transparente para manter a umidade, formando uma câmara úmida (Figura 35), para facilitar a pega e o desenvolvimento do enxerto, evitando que o garfo se desidrate pelo efeito do vento.

Figura 35. Colocação da câmara úmida.
Foto: Águido Ferreira.

• A câmara úmida tem a função de manter a umidade do ambiente e evitar a desidratação das gemas (Figura 36).

Figura 36. Lote de mudas enxertadas com destaque para a câmara úmida, que tem a função de manter a umidade do ambiente e evitar a desidratação das gemas.
Foto: George Sodré.

• A câmara úmida deve ser retirada por volta de 21 dias após a enxertia ou quando as folhas do enxerto atingirem de 1 a 2 cm (Figura 37).

Figura 37. Algumas mudas com câmara úmida já retirada. Foto: George Sodré.

Observação: é recomendável o uso de fita especial para enxertia, do tipo "biodegradável", como opção para amarrio dos enxertos. Esta fita tem a vantagem de não necessitar remoção após o pegamento do enxerto, contudo, tem maior custo quando comparada ao fitilho comum. A adaptação dos enxertadores ao uso desse material também irá determinar o seu uso nos trabalhos de enxertia.

6. PRODUÇÃO DE MUDÕES

Os Mudões de cacaueiros são produzidos inicialmente em sacos de polietileno de dimensões menores (15 cm x 28 cm x 0,10 mm). Eles são enxertados com a idade de 4 a 6 meses e transplantados para sacos maiores, de dimensões de 40 cm x 30 cm x 0,30 mm. No viveiro chegam a passar até 18 meses, sendo plantados no campo com até 70 cm de altura (Figura 38).

Apesar de os mudões serem produzidos com um custo maior, eles proporcionam uma economia de pelo menos um ano com tratos culturais, que deixam de ser realizados no local definitivo, apresentam melhor desenvolvimento no campo na comparação com os métodos tradicionais e iniciam a produção mais precocemente. Os mudões estão sendo muito utilizados no replantio de cacaueiros para uniformizar áreas com tecnologia mais aprimorada.

Figura 38. Mudão com um ano e meio de idade. Fazenda Rio Doce. Canavieiras-Bahia. Foto: Águido Ferreira.

7. ESTAQUIA: AVANÇOS NA PROPAGAÇÃO VEGETATIVA DO CACAUEIRO COM RAMOS PLAGIOTRÓPICOS E ORTOTRÓPICOS

A propagação vegetativa por estacas enraizadas é uma tecnologia reconhecida na produção de mudas de inúmeras espécies de plantas. No Brasil, a tecnologia de propagação do cacaueiro vem avançando com inovações sobre enraizamento, instalações e logística na propagação. Em1999 foram desenvolvidas tecnologias para emprego de tubetes e substratos de enraizamento e, mais recentemente, foram introduzidas novas técnicas para a produção de miniestacas e jardim clonal de plantas matrizes em vasos (SODRÉ, 2013).

O método de estaquia, ainda que em menor escala, vem sendo também utilizado na propagação vegetativa do cacaueiro. Um grande passo vem sendo alcançado com o enraizamento de estacas em tubetes plásticos, uso de substratos e câmara de nebulização, equipada com sistema de fertirrigação.

É importante mencionar que embora a maior parte dos estudos de propagação em cacaueiros por estaquia tenham sido desenvolvidos com ramos plagiotrópicos, essas tecnologias também são aplicáveis aos ramos ortotrópicos.

As técnicas de propagação de mudas de cacaueiro com emprego de estacas ortotrópicas resultam em plantas vigorosas que podem ser usadas para multiplicação de materiais genéticos recomendados para novos plantios (Quadro 1**).**

Quadro 1. Vantagens e restrições da propagação por estaquia.

VANTAGENS
Livre de incompatibilidade entre enxerto e porta enxerto
Plantas “idênticas” ao indivíduo original
Pode ocorrer em unidades simples
Plantas emitem um sistema radicular fibroso
Propaga estacas plagiotrópicas e ortotrópicas.
RESTRIÇÕES
Exige investimento em instalações e equipamentos
Requer trabalhadores bastante habilitados
Taxa de enraizamento desigual entre clones
Menos Indicadas para solos rasos e em relevo ondulado
Risco de morte por patógenos de solo

Fonte: Sodré (2013).

As plantas enraizadas a partir de ramos ortotrópicos irão crescer e desenvolver de maneira semelhante à planta seminal, ou seja, com a mesma estrutura de ramos (Figura 39). As raízes das plantas produzidas com estacas ortotrópicas apresentam um bom desenvolvimento da raiz pivotante, possibilitando boa ancoragem da árvore tornando-a resistente ao estresse hídrico (Figura 40).

A principal vantagem da propagação com ramos ortotrópicos é que plantas oriundas dessas estacas exigem demanda mínima em poda de formação, reduzindo custos de mão de obra durante o estabelecimento dos cacaueiros em campo.

Figura 39. Planta matriz curvada para produzir maior número de hastes ortotrópicas. Foto: Águido Ferreira

Figura 40. Planta originada do enraizamento de haste ortotrópica.
Foto: Águido Ferreira.

7.1. Enraizamento de miniestacas do cacaueiro

Materiais necessários:

- Miniestacas
- Álcool
- Ácido indol butírico (AIB)
- Substratos
- Fertilizantes de liberação lenta (Figura 41).

Figura 41. Material necessário para enraizamento de miniestacas do cacaueiro.
Foto: George Sodré.

Operação Passo a Passo:

A - Obter miniestacas: neste caso utilizam-se lançamentos novos do cacaueiro com diâmetro superior a 6 mm. As miniestacas são obtidas fazendo-se um corte em bisel, distante no mínimo 0,5 cm acima da gema e outro junto à gema subsequente (Figura 42).

Figura 42. Miniestacas de ramos plagiotrópicos preparadas para enraizamento. Foto: Águido Ferreira.

B - Imergir em solução de ácido indolbutírico (AIB) 4.000 mg/L diluído em água e álcool 1:1 (v: v.) (Figura 43).

Figura 43. Aplicação do ácido indolbutírico (AIB) diluído em água e álcool. Foto: Águido Ferreira.

C - Colocar as miniestacas para enraizar em bandejas de isopor contendo substrato de uma mistura de cinza de casca de arroz e vermiculita (2:1 v/v) (Figura 44).

Figuras 44. Miniestacas plantadas em bandejas. Foto: Águido Ferreira.

D - Levar para a estufa ou câmara plástica de enraizamento onde serão irrigadas por um período de 45 dias, para ocorrer o desenvolvimento das raízes. As estacas do cacaueiro respondem bem ao hormônio ácido indolbutírico (AIB), que estimula o enraizamento, aumentando o número e o comprimento das raízes (Figura 45).

Figura 45. Estacas nas bandejas em estufas. Foto: Águido Ferreira

A propagação por estacas baseia-se na capacidade de regeneração dos tecidos e emissão de raízes, devendo a estaca ou fragmento dela, conter no mínimo uma gema (SIMÃO, 1998). Estacas com uma única gema têm a capacidade de formar raízes. A cultura de meristemas possibilita a multiplicação, em escala geométrica e em ciclos relativamente curtos, de um grande número de espécies vegetais a partir de um único meristema (DENARDI; LEITE, 1996).

As mudas produzidas por estaquia são classificadas em: mudas de tubetes (Figura 46), mudas de sacos pequenos (Figura 47), médios (Figura 48) e grandes. As mudas de sacos são obtidas pela repicagem das mudas em tubetes, após quatro meses de enraizamento.

As mudas em tubetes podem ser plantadas também diretamente no campo, em áreas novas com sombreamento adequado e irrigação. Já as mudas repicadas em sacos pequenos e médios, quando não houver irrigação, devem ser

Figura 46. Muda (estaca) enraizada em tubete. Foto: Águido Ferreira.

Figura 47. Muda enraizada com 180 dias. Foto: Águido Ferreira.

Figura 48. Muda de cacaueiro obtida por estaquia. Idade 5 meses. Foto: Águido Ferreira.

plantadas no campo nos períodos mais chuvosos e temperaturas amenas. (SODRÉ, MARROCOS; LEITE, 2012).

Um exemplo na produção de mudas por estaquia em grande escala no sul da Bahia é o Instituto Biofábrica do Cacau, uma organização social criada pelo governo do estado em 1997, para fazer propagação vegetativa e comercialização de mudas clonais de cacaueiro, fruteiras e espécies florestais junto aos os produtores. A partir dessa iniciativa, houve uma grande disseminação dessas mudas nos polos cacaueiros da Bahia e do Espírito Santo.

8. REFERÊNCIAS

ALEMANHANO, L.; AGUILAR, M. E.; DESPRÉAUX, D.; BERTHOULY, M.; FERRIÈRE, N. Multiplicação via micropropagação em cacau. In: REUNIÃO TÉCNICA SOBRE ATUALIZAÇÃO NA PRODUÇÃO MASSAL DE PROPAGULOS DE CACAU GENETICAMENTE MELHORADO, 1998, Ilhéus. **Anais** [...] Ilhéus, Bahia: Ceplac/Cepec, 1998. p.140-150.

ALVIM, R.; ALVIM, P. T.; LEITE, R. M. O. Injúria mecânica do vento sobre mudas de cacau recém-transplantadas, com relação ao problema do

sombreamento. **Revista Theobroma,** Ilhéus, Bahia: Ceplac-Cepec, v.8, n.4, p.117-124, 1978.

CONCEIÇÃO, M.J. da; SOUZA, I.C. Recomendações de clones, produção de mudas e enxertia do cacaueiro. In: SEMINÁRIOS DE DIFUSÃO DE TECNOLOGIA DO CENEX., 2005 a 2022. **Palestras** [...] Ilhéus, Bahia: Ceplac/Cenex, 2022. 40 p.

DENARDI, F.; LEITE, G. Enxertia de mergulhia contínua: nova técnica de multiplicação rápida de porta-enxertos de macieira. **Agropecuária Catarinense,** Florianópolis, SC, v. 9, n. 4, p.16-18, 1996.

GRAMACHO, I. da C.P.; MAGNO, A.E.S.; MANDARINO, E.P.; MATOS, A. **Cultivo e beneficiamento do cacau na Bahia.** Ilhéus, Bahia: Ceplac/Cepec, 1992. 124p.

MAIA, V. B.; NAKAYAMA, K. Manejo de pragas em mudas de cacaueiros enviveirados e pós-plantio. In: MARROCOS, P.C.L. (coord.). **Normas para plantio de mudas do cacaueiro propagadas por estaquia.** 3. ed. Ilhéus, Bahia: Ceplac/Cepec, 2005. p.18-20.

PINTO, L.R.M et al. **Manejo de cacaueiros clonados**. Ilhéus, Bahia: Ceplac/Cepec, 1999. 58p.

PINTO, L.R.M.; PIRES, J. L. Seleção de Plantas de Cacau Resistentes à Vassoura-de-bruxa. **Boletim Técnico**, Ilhéus, Bahia: Ceplac/Cepec, n. 181, 1998.

ROSA I. de S. **Enxertia do Cacaueiro**. Ilhéus, Bahia: Ceplac/Cepec,1998, 42p.

SIMÃO, S. **Tratado de fruticultura.** Piracicaba, SP: FEALQ, 1998. 760p.

SODRÉ, G. A. **Cultivo do cacaueiro no estado da Bahia.** Ilhéus, Bahia: Ceplac/Cepec, 2016. 126 p.

SODRÉ, G. A. Formação de Mudas de Cacaueiro onde nasce a boa cacauicultura. **Boletim Técnico**, Ilhéus, Bahia: Ceplac/Cepec, n. 202, p. 1-48, 2013.

SODRÉ, G.A.; MARROCOS, P.C.L.; LEITE, J.B.V. Perspectivas para Multiplicação do Cacaueiro. In: Valle, R.R. et al. (org.). **Ciência, Tecnologia e Manejo do Cacaueiro.** 2 ed. Brasília, DF: Mapa-Ceplac/Cepec, 2012. p. 391-405.

VALLE, R. R. et al. **Ciência, Tecnologia e Manejo do Cacaueiro.** 2 ed. Brasília, DF: Mapa-Ceplac/Cepec, 2012. 688 p.

CAPÍTULO 6

Formação de novos cacauais

FORMAÇÃO DE NOVOS CACAUAIS

Jackson Emanuel Benevides Prado
Milton José da Conceição

1. INTRODUÇÃO

O cacaueiro (*Theobroma cacao* L.) é uma espécie natural da região Amazônica, onde é encontrado em condições de clima quente e úmido com precipitações elevadas e pequenas variações ambientais. Deste habitat ele se expandiu para outras fronteiras, sendo atualmente explorado entre as latitudes de 20º N e 20º S, onde há maior amplitude dos elementos climáticos, o que exige a escolha adequada do modelo de plantio.

Na implantação de uma área de cacaueiros deve-se fazer um bom planejamento, para que se obtenha sucesso no investimento. Inicialmente deve-se observar a localização da área em relação as condições de mercado, a fim de definir a estratégia para comercialização e tipo de produto a ser ofertado.

Em seguida faz-se uma análise criteriosa do clima (umidade, temperatura, intensidade e distribuição de chuvas), relevo, tipo de solo, condições de vento, disponibilidade de água para irrigação e acesso à energia elétrica. Estas informações são importantes para subsidiar a escolha do sistema de produção, o material genético a ser empregado, o tipo de muda e as especificidades de manejo.

Neste capítulo são apresentadas tecnologias importantes para a formação de novos cacauais, sendo que as informações complementares estão inseridas nos demais capítulos deste livro.

2. ESCOLHA DA ÁREA

Na escolha da área deve-se dar ênfase a facilidade de acesso e existência de solos com boa fertilidade e profundidade. Atualmente, recomenda-se plantar o cacaueiro em áreas ocupadas com capoeiras ou substituindo outros cultivos, pastagens ou plantações de cacaueiros decadentes e antieconômicas, passíveis de renovação, mas que apresentem boas condições de solo e clima.

Nesse sentido, é indispensável verificar a profundidade do solo e retirar amostras para análises química e física.O ideal é que pelo menos até 80 cm de profundidade, não exista zona de impedimento para o crescimento da raiz pivotante, como a presença de piçarra e/ou camada impermeável.

Locais sujeitos a alagamentos podem ser usados após a drenagem. As áreas mais adequadas para implantação, ou seja, de aptidão plena, devem ter clima quente e úmido, temperaturas variando de 22º a 25º C, precipitação anual em torno de 1.200 a 2.000 mm, com mínimo mensal de 100 a 130 mm, solos bem drenados, profundidade efetiva acima de 1,5 m, textura média argilosa e fertilidade variando de média a alta. Em solos com textura arenosa deve-se evitar o plantio, exceto quando existe possibilidade de irrigação.

De um modo geral, o cacaueiro está estabelecido em altitudes de até 600 metros, sendo que em regiões produtoras mais próximas da linha do Equador, ele é cultivado em altitudes de até 1.300 metros. Neste caso, há uma compensação da altitude pela latitude.

3. PREPARO DA ÁREA

O preparo da área para implantação de cacaueiros pode ser efetuado para atender a formação de novas áreas e para a recuperação de áreas degradadas, que podem ser instaladas por meio da renovação total por baixo ou pela recomposição do estande. Em geral, o preparo da área consiste na substituição parcial ou total da vegetação, com realização das operações abaixo.

3.1. Roçagem

Nas áreas ocupadas com capoeiras faz-se, inicialmente, a roçagem manual ou mecânica, para eliminação da vegetação existente. Quando a topografia permitir e/ou haja necessidade de fazer correções na área, pode-se realizar o preparo mecanizado com aração, gradagem e subsolagem

Até os anos 1990, antes da Lei da Mata Atlântica, a queima da vegetação no preparo de áreas era normal e até constava da recomendação oficial das agências de extensão rural do Brasil.

Considerando que a queima causa prejuízos ao cultivo, pois reduz o teor de matéria orgânica e altera a qualidade da população dos microrganismos do solo, mesmo em áreas sem limitações de natureza ambiental, a queima da vegetação para cultivo do cacaueiro não é mais recomendada. Nesse contexto, havendo condição de mecanização, recomenda-se realizar a trituração da vegetação e posterior incorporação dos resíduos no solo.

A vegetação nativa também pode ser aproveitada parcialmente como sombreamento ou para instalação de sistemas agroflorestais.

3.2. Balizamento

O balizamento consiste na marcação dos pontos onde serão abertas as covas ou berços para plantio do cacaueiro. Na implantação de áreas exclusivamente com cacau, quando não houver possibilidades de mecanização, o espaçamento recomendado entre cacaueiros é o de 3m x 3m.

Em áreas mecanizáveis podem ser utilizados outros espaçamentos, sempre de acordo com as dimensões do maquinário a ser utilizado para trânsito no interior das áreas.

Quando se opta pela renovação por baixo (plantio sob cacaueiros velhos), o plantio das mudas é feito usando também o espaçamento de 3m x 3m.

Na recomposição de estande em áreas tecnicamente formadas, o replantio das mudas ocorre no espaço disponível.

Após a limpeza da área é realizado o balizamento, que possibilita a distribuição uniforme das plantas, facilitando a execução dos tratos culturais e contribuindo para melhor crescimento e uniformidade do plantio.

Existem vários tipos de balizamento como descritos a seguir:

i) O tradicional, em quadrado, com balizas fixadas numa distância de 3 m de uma para outra, comportando 1.111 plantas/ha, posicionadas nos locais onde serão abertas as covas para os cacaueiros.

ii) O balizamento triangular ou “quincôncio” com o mesmo espaçamento de 3m x 3m, que permite a elevação do número de plantas por hectare para 1.282. As plantas ficam equidistantes, em forma de triângulo equilátero, aumentando a densidade, permitindo uma melhor distribuição, ajustamento das copas e diminuindo a erosão do solo. (Figura 1).

iii) O balizamento/plantio em curvas de nível, conhecido também como plantio em contorno, é utilizado em terrenos declivosos (“morro abaixo”) para melhorar a conservação dos solos. Neste caso marcam-se linhas em diferentes altitudes de acordo com o terreno, a fim de amenizar o declive. As curvas de nível evitam a erosão, beneficiando as plantas com maior aproveitamento hídrico, mantendo o solo úmido por mais tempo em decorrência da retenção de água. Em caso de enxurrada, as curvas de nível diminuem os danos ao solo, evitando o assoreamento de rios, córregos e nascentes. (Figura 2).

Figura 1. Plantio de cacaueiros em diagonal ou quincôncio
Foto: Águido Ferreira

Os espaçamentos podem variar de 2,5 a 4,0 m, sendo que estas alterações dependem das seguintes opções: tipo de muda, porte da planta, fertilidade do solo, sistema de cultivo, espécies empregadas no sombreamento, uso de irrigação e mecanização da área.

Figura 2. Balizamento em curva de nível para o plantio de cacaueiros
Foto: Águido Ferreira

3.3. Sombreamento

Existe uma interação muito forte entre a radiação solar e o comportamento fisiológico do cacaueiro. O sombreamento funciona como elemento regulador da atividade fisiológica, por meio da quantidade de luz que proporciona à planta. Principalmente na fase mais jovem, o cacaueiro necessita de mais sombra. Em cacaueiros adultos, o excesso de sombreamento não é desejável, pois contribui para o baixo índice de crescimento e queda na produção da planta, além de favorecer a ocorrência e proliferação de doenças pelo aumento da umidade do ambiente.

A ausência de sombreamento provoca maior insolação na planta, aumentando a atividade fisiológica, devido à temperatura mais elevada dentro da plantação, a qual intensifica a evapotranspiração, acelerando os processos de floração e frutificação, além de requerer maior quantidade de água e nutrientes. Em geral, é mais oneroso instalar plantações a pleno sol, devido a forte competição com plantas invasoras, aumento do ataque de pragas e necessidade de quebra ventos para conter a ação de ventos fortes (ARÉVALO; RAM; VALLE, 2012, p.547).

A falta de sombra reduz a incidência das principais doenças do cacaueiro, devido, principalmente, à diminuição da umidade relativa do ar. Esta condição também favorece a ocorrência de pragas entomológicas, a exemplo de tripes (*Selenothrips rubrocinctus)* e monalônio (*Monalonion* spp).

Os sombreamentos provisório e definitivo provém conforto térmico para o cacaueiro melhorando a sua adaptação às variações do ambiente.

3.3.1. Sombreamento Provisório

O sombreamento provisório tem a finalidade de proteger os cacaueiros jovens contra os efeitos nocivos da insolação e dos ventos. Ele pode ser feito com espécies, tais como: gliricídia, bananeira e outros cultivos alimentares a exemplo de mandioca, feijão guandu, o que pode oportunizar a produção de alimentos e/ou aumento da receita com a venda de excedentes. Recomenda-se plantar o sombreamento logo após o balizamento, e se a opção for pela bananeira, efetuar o plantio no centro do quadrado formado pelas balizas, resultando no espaçamento de 3 m x 3 m entre as mudas.

Ao utilizar outros cultivos, recomenda-se que o plantio seja feito no espaço entre as quatro balizas, mantendo uma pequena distância das mudas de cacau.

Se houver possibilidade de mecanização da área, as bananeiras devem ser plantadas nas linhas do cacaueiro, obedecendo o sentido leste/oeste. Assim, pode ser feita a limpeza das entrelinhas com o uso da mecanização e até mesmo, favorecer o plantio das outras culturas.

Para obter mudas de bananeira recomenda-se, sempre que possível, comprar de biofábricas que produzem por meio de cultura de tecidos ou então retirá-las de touceiras sadias, preferencialmente do rizoma ou

das mudas conhecidas como "chifre" e "chifrinho", que apresentam um diâmetro maior na base (Figuras 3A e 3B).

Para arrancar as mudas, deve-se cavar em volta e embaixo delas para descobrir o rizoma. Retirar a parte do solo e cortar as raízes, para separar a muda da touceira formada pelas brotações sequenciais, constituídas pelos rebentos da primeira, segunda, terceira e outras gerações da muda original. Os rizomas maiores podem ser cortados em até 4 pedaços, de mais ou menos 1,0 kg cada, contendo pelo menos uma gema (Figura 3C). Também podem ser usadas mudas maiores do tipo "guarda-chuva" (Figura 3D).

Visando manter a sanidade das mudas de bananeira, antes do plantio recomenda-se o tratamento preventivo contra o ataque da praga conhecida como "moleque" ou

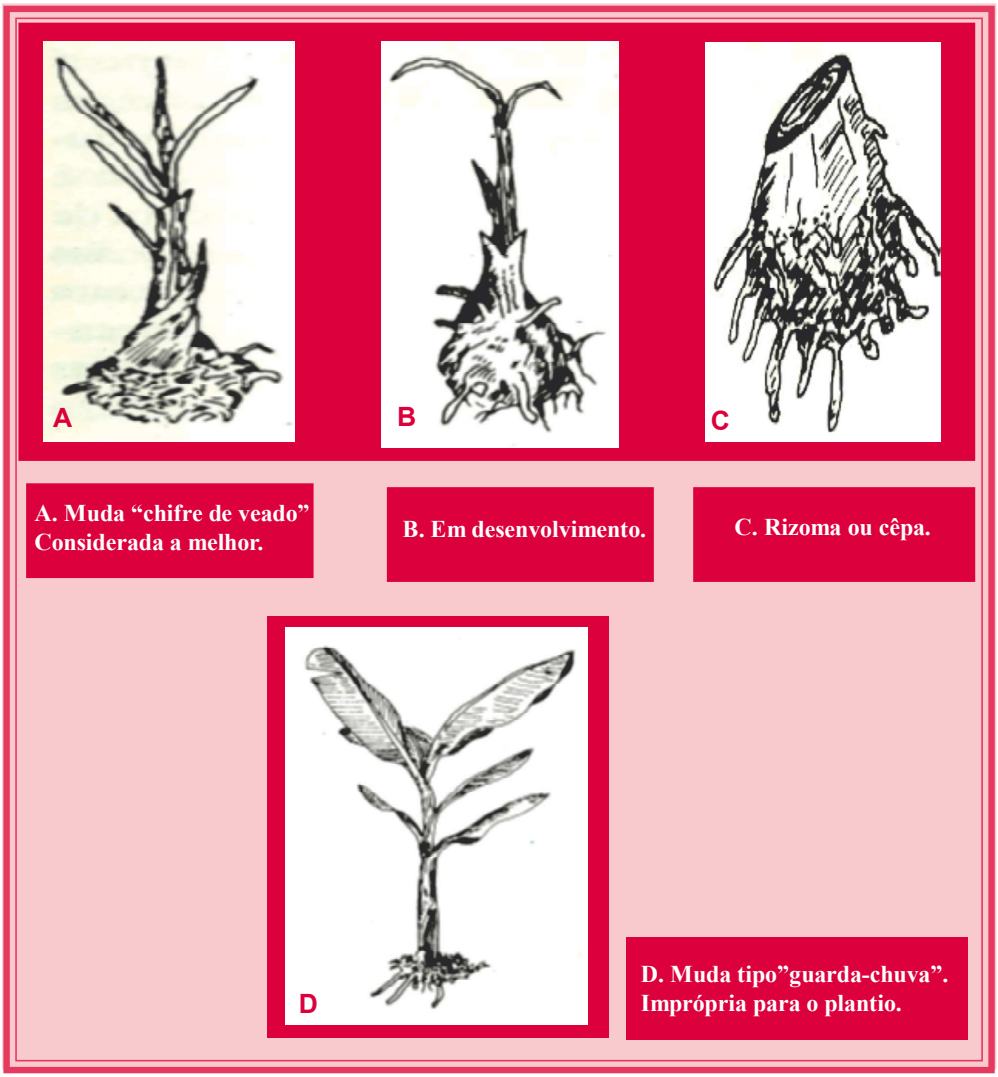


Figura 3. Tipos de mudas de bananeira para o plantio do sombreamento.
Fonte: CEPLAC.

"broca da bananeira", que causa grandes prejuízos ao desenvolvimento. O tratamento é feito através da imersão das mudas numa solução de hipoclorito de sódio (água sanitária) , na proporção de 4 litros de água para 1 litro de água sanitária, durante 10 a 15 minutos. A fim de evitar riscos de contato direto do operador com a solução, durante o tratamento é necessário fazer uso de luvas.

A cova para a muda da bananeira deve ter as dimensões de 20 cm x 20 cm. Cerca de 60 a 90 dias após o plantio das mudas deve-se proceder à adubação nitrogenada, aplicando 50 g de ureia em cada planta, para acelerar o crescimento vegetativo.

O controle do sombreamento provisório, fundamental para o desenvolvimento do cacaueiro, é feito com o desbaste das bananeiras e deve ser realizado a partir do quarto mês do plantio do cacaueiro, com o devido cuidado para não danificar as plantas.

3.3.2. Sombreamento definitivo ou permanente

O objetivo do sombreamento definitivo é proteger o cacaueiro contra a ação direta dos raios solares e dos ventos, e proporcionar conforto térmico às plantas, durante a fase produtiva. O ideal é que o sombreamento definitivo proporcione a penetração de 50 a 60% de luz no plantio.

O espaçamento entre as árvores de sombra varia de acordo com as espécies usadas e com o tipo de cultivo. Espécies do gênero Eritrina foram muito usadas no passado. Atualmente, recomenda-se o uso de árvores frutíferas e essências florestais de grande porte. Um exemplo é a Cajazeira (*Spondias* spp), que deve ser plantada no espaçamento de 30 m x 30 m, no centro entre 04 balizas de cacaueiros. Como vantagens da cajazeira, destaca-se o crescimento rápido, troca de folhas uma vez por ano, no inverno, e produção de frutos que são usados no processamento de polpa, doces, etc., fornecendo uma renda adicional; outras frutíferas e respectivos espaçamentos são: coqueiro (10 m x 10 m), abacateiro (18 m x 18 m) e jenipapeiro (20 m x 20 m).

As espécies florestais de copa alta mais comumente usadas são as seguintes: mogno, freijó, teca, ipê, andiroba, cedro, angelim e jatobá, no espaçamento 24 m x 24 m. Apesar dessas espécies apresentarem crescimento mais lento, fornecem conforto térmico aos cacaueiros e, em longo prazo, podem produzir uma renda significativa com a venda de madeira.

As covas para plantio das árvores visando ao sombreamento definitivo devem ter as dimensões de 0,60 x 0,60 x 0,60 m. A implantação do sombreamento definitivo deve ser feita na mesma época do plantio do sombreamento provisório.

Observação: Existe uma grande discussão atualmente sobre a utilização ou não de sombreamento definitivo para o cacaueiro. O cacaueiro a pleno sol é uma realidade e tem sido muito usado em grandes plantios fora da área de cultivo tradicional com uso da irrigação. Mesmo com essa tendência, o que se percebe é o direcionamento para combinar outros cultivos com o cacaueiro, fazendo um sombreamento permanente, ainda que pouco denso.

4. ABERTURA DAS COVAS

As covas ou berços para o plantio das mudas de cacaueiro tradicionalmente são abertas utilizando instrumentos agrícolas, tipo enxada, enxadeta e cavador. Em solos de baixa e média fertilidade, as covas devem ter as dimensões de 0,40 m x 0,40 m x 0,40 m, e nos solos de alta fertilidade 0,30 m x 0,30 m x 0,30 m.

Na abertura das covas separa-se a terra da primeira camada (0 a 20 cm) da terra da metade inferior. No enchimento da cova utiliza-se somente a terra da camada superior para compor a mistura que irá para o fundo da cova. Atualmente muitos produtores de cacau já optam pelo perfurador de solo com motor monocilíndrico de 2 tempos com brocas de diversos tamanhos, visando a abertura das covas. (Figura 4).

Deve-se destacar que com o uso atual dos perfuradores de solo, as dimensões da cova vêm sendo alteradas para profundidades de até 0,60m.

Com o trabalho manual gasta-se em média um dia de trabalho para se abrir 60 covas, enquanto com os perfuradores de solo, o rendimento é em torno de 200 covas por dia.

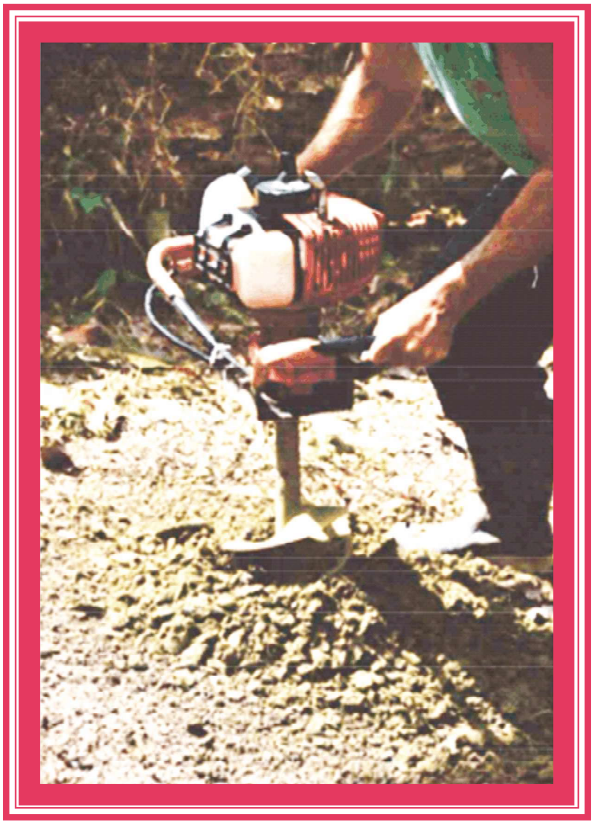


Figura 4. Abertura de cova com o perfurador de solo. Foto: Águido Ferreira

4.1. Calagem e adubação das covas

Se o resultado da análise de solo indicar a necessidade de calcário é de fundamental importância efetuar a correção na cova, porque permite o contato das partículas do corretivo com o solo, o que proporciona uma redução mais efetiva da acidez. Destaca-se, no entanto, que a aplicação de calcário na cova não substitui a aplicação a lanço na área. A quantidade será indicada pela análise de solo.

O ideal é que a incorporação do calcário na cova seja feita 20 a 30 dias antes do plantio da muda, lembrando-se que a eficácia dependerá da presença de umidade no solo, após a aplicação do corretivo.

A adubação da cova deve ser realizada com o fertilizante Superfosfato Simples e, quando necessário, adicionar também o fertilizante FTE BR 12. O primeiro é um adubo fosfatado composto de fósforo (18%), cálcio (16%) e enxofre (10%), que além de adicionar P, Ca e S ao solo, contribui para a redução do alumínio tóxico e fortalece as raízes do cacaueiro.

O FTE BR 12 é uma mistura de silicatos contendo micronutrientes, composta de Boro, Cobre, Manganês, Molibdênio e Zinco, oferecendo, em uma única aplicação via solo, os elementos necessários para elevação dos níveis nutricionais no cacaueiro, visando atingir um bom desenvolvimento da planta.

5. PLANTIO DAS MUDAS

Antes do plantio faz-se necessário realizar a seleção de mudas no viveiro, aproveitando-se inicialmente, as mais vigorosas e de melhor aspecto vegetativo. Quando o produtor adquire mudas de viveiristas certificados, ele pode solicitar um certificado de qualidade genética e sanitária das mesmas.

O transporte para o local de plantio deve ser feito com o máximo cuidado. Se danificar a muda, especialmente na parte das raízes, haverá prejuízo no desenvolvimento dos cacaueiros.

O plantio será estabelecido conforme a declividade do terreno e o espaçamento entre as plantas. Deve ser feito no período mais chuvoso, geralmente de maio a agosto, podendo, no entanto, ser efetuado em outras épocas, dependendo da ocorrência de chuvas no período. Por ocasião do plantio, é necessário retirar a muda da sacola plástica com o cuidado para não danificar o sistema radicular, colocando-a no centro da cova.

Vale ressaltar que a terra da camada superficial escavada (primeiros 20 cm) deve ser separada da terra da camada inferior, que deve ser desprezada. Colocar o calcário na terra da camada 0 a 20, incorporar bem e colocar no fundo da cova.

Em seguida, raspar a terra da superfície e incorporar 100 gramas de superfosfato simples e, quando necessário, 30 gramas de FTE BR 12, complementando a cova com terra da superfície. Sempre que possível deve-se incorporar a essa camada, pelo menos 02 litros de composto orgânico ou esterco de curral curtido. Em algumas condições e para assegurar a umidade do solo após o plantio das mudas, recomenda-se fazer uso de hidrogel. Como existem no mercado diversos fabricantes deste gel hidratante, seguir as recomendações contidas na bula, quanto a dose da mistura a ser aplicada por cova, bem como a quantidade do produto a ser diluída em água.

O hidrogel ajuda o crescimento da muda, pois ele é um polímero bastante absorvente, que ao ser incorporado ao solo, retém grandes quantidades de água e elementos fertilizantes, que vão sendo disponibilizados para a planta conforme a necessidade.

Recomenda-se colocar em cada cova durante o plantio, dois a três litros; despejar um litro no fundo da cova, plantar a muda e completar o preenchimento da cova com o restante do gel. As mudas devem ser plantadas no centro da cova, tomando-se o cuidado de não enterrá-las além da região do coleto (separação do caule e raiz pivotante), para não retardar o crescimento. Recomenda-se nivelar a muda com o terreno da borda da cova, fixando-a com uma leve pressão. Logo após o plantio deve-se fixar a baliza próximo à muda, para marcar o seu local. Nos terrenos inclinados, colocar a mesma no lado inferior, e nos planos, colocar ao lado, obedecendo a uma mesma posição, para orientar os operários nas roçagens. Nos primeiros anos de desenvolvimento dos cacaueiros, as bananeiras tem um papel importante possibilitando conforto térmico aos mesmos (Figura 5).

Outra dica importante pós plantio é recolher os sacos vazios , evitando deixá-los na área e, se possível , enviá-los para um centro de reciclagem.

Na Implantação ou renovação de cacaueiros recomenda-se usar blocos monoclonais, estabelecendo pequenas áreas de até 5 ha de cada clone (Figuras 5, 6, 7, 8 e 9). Essa prática tem a vantagem de facilitar o controle de patógenos, além de aumentar a uniformidade nas plantas, principalmente quanto ao porte, precocidade, conformação da copa, produção e até na colheita de frutos, especialmente quando os plantios se destinam à fabricação de chocolate varietal. Os blocos monoclonais também podem ser instalados no sistema cabruca (Figura 10).

Figura 5. Cacaueiros com 30 dias de campo.
Foto: Águido Ferreira

Figura 6. Bloco monoclonal de CCN 51 com idade em torno de 7 meses.
Foto: Águido Ferreira

Figura 7. Bloco monoclonal de cacaueiro autocompatível do clone PS 13.19 com dois anos e seis meses de campo. Fazenda Alvorada, Eunápolis, Bahia.
Foto: Fernando de Martim Filho.

Figura 8. Cacaueiros do clone PS 1319 com 4 anos. Fazenda Rio Doce, município de Canavieiras. Foto: Águido Ferreira

Figura 9. Bloco monoclonal de cacaueiro autocompatível com oito anos de campo. Fazenda Alvorada, Eunápolis, Bahia. Foto: Fernando de Martim Filho.

Figura 10. Cacaueiros manejados no Sistema Cabruca
Foto: Águido Ferreira

6. RENOVAÇÃO DE CACAUEIROS

6.1 Diagnóstico de áreas prioritárias para recuperação

Para recuperar uma área com cacaueiros decadentes, deve-se observar as condições de solo e clima, verificando a aptidão plena para continuar sendo trabalhada com cacaueiros mais produtivos. O ideal é que nessas áreas não ocorram veranicos frequentes e possuam solos bem drenados, com profundidade efetiva acima de 1,5 metro, textura média argilosa, fertilidade variando de média a alta e/ou tenham disponibilidade de água para irrigação, mesmo que seja apenas em períodos críticos para o cultivo do cacaueiro.

Outra condição especial para a seleção de áreas é que a população de plantas seja inferior a 400 cacaueiros por hectare e a infestação por pragas seja elevada tornando o controle difícil e oneroso.

Há muitos locais em que o plantio de cacaueiros foi realizado em áreas não aptas e, nesses casos, se tem verificado que por diversos motivos é difícil fazer adensamento ou renovação para atingir a produtividade economicamente sustentável (acima de 750 kg/ha). Diante dessa situação,

faz-se a renovação, incluindo as operações de recuperação do solo, além de plantio e manejo dos cacaueiros, conforme as recomendações descritas no processo de implantação, contidas neste capítulo.

Cacaueiros com idade muito avançada que não respondem aos tratos culturais também devem ser renovados. Estas áreas não são adequadas para a renovação por meio da enxertia dos brotos do cacaueiro. Assim, a recomendação técnica é fazer a renovação total com o plantio de novas mudas, elevando o estande para 1.111 plantas.

Observação: Em qualquer caso é indispensável, inicialmente, verificar a profundidade do solo e retirar amostras para análise química e do teor de argila, a fim de determinar as futuras recomendações de corretivos e fertilizantes. As recomendações consideram o grau e distribuição do sombreamento, o estado fitossanitário da plantação e outras características do solo, tais como: textura, drenagem, pH, Al^{+++}, P disponível e teores de bases trocáveis de (K^{+}, Ca^{++} e Mg^{++}). Além desses aspectos, devem ser considerados os solos que não estejam sujeitos às inundações periódicas, que ocorrem em algumas zonas, o regime hídrico e a existência de impedimentos físicos, prejudiciais ao bom desenvolvimento das raízes do cacaueiro.

6.2. Preparo da área nos trabalhos de renovação

Recomenda-se realizar o preparo de área no período menos chuvoso, desenvolvendo as seguintes operações:

- Realizar a roçagem mecânica ou química, a depender do estágio de crescimento das ervas invasoras.

- Adequar o sombreamento. Quando houver excesso de sombra, fazer o raleamento, suprimindo árvores de copas adensadas tipo jaqueiras e eritrinas. Quando necessário, replantar sombra adequada para assegurar o conforto térmico aos novos cacaueiros.

- Fazer a poda de rebaixamento dos cacaueiros remanescentes, com a eliminação dos galhos mais altos e a individualização, eliminando os galhos entrelaçados entre plantas vizinhas, a fim de permitir maior penetração de luz para as novas plantas. Desse modo, vai sendo feita a poda gradativa dos cacaueiros velhos, que devem ser eliminados até o final do terceiro ano, a fim de evitar competição e disseminação de pragas e doenças, permitindo o pleno desenvolvimento produtivo das plantas novas.

- Efetuar o balizamento para racionalizar o espaço útil das mudas de cacaueiros. Dando continuidade à renovação, deve-se realizar as operações de plantio e manejo dos cacaueiros que são semelhantes às descritas no processo de implantação contidas neste capítulo.

Observação: ao concluir os trabalhos, a área deve apresentar um estande em torno de 1.111 cacaueiros clonados e bem manejados, podendo-se registrar vestígios de cacaueiros decepados em meio a área renovada (Figura 11).

Figura 11. Área renovada com cacaueiros clonados. Idade de 3 anos. Vestígios de cacaueiros velhos decepados.
Foto: Águido Ferreira

7. REFERÊNCIAS

ARÉVALO, E.; RAM, A & VALLE, R.R. Integração de Práticas de Manejo no Cultivo do Cacaueiro. In: Valle, R. R. (ed.). **Ciência, Tecnologia e Manejo do Cacaueiro**. Brasília, DF. Ceplac/Mapa, 2ª edição, 2012, pp. 545-595.

BISPO, E.R. et al. **Gestão moderna da cacauicultura.** Ilhéus, BA: CEPLAC/CENEX, 2011. 26p.

BRASIL. Serviço Nacional de Formação Profissional Rural/ Comissão Executiva da Lavoura Cacaueira-CEPLAC. **Produtor de cacau**. Brasília: Senar/Ceplac. 1981.

CONCEIÇÃO, M.J. da; SOUZA, I.C. **Implantação e renovação de cacaueiros**. In: SEMINÁRIO DE DIFUSÃO E TECNOLOGIA DO CENEX. Período: 2005 a 2022. **Palestras [...]** Ilhéus, Bahia: CEPLAC/CENEX, 2022.

GRAMACHO, I. da C.P. et al. **Cultivo e beneficiamento do cacau na Bahia**. Ilhéus, BA: CEPLAC, 1992, 124p.

PINTO, L.R.M; PIRES, J.L. Seleção de Plantas de Cacau Resistentes à Vassoura de bruxa. Ilhéus, Bahia: CEPLAC/CEPEC.1998. **Boletim Técnico,** n. 181. 35p.

SODRÉ, G. A. **Cultivo do cacaueiro no estado da Bahia**. Ilhéus, BA: MAPA/ Ceplac/Cepec, 2016. 126 p.

VALLE, R.R. et al. **Ciência, Tecnologia e Manejo do Cacaueiro**. CEPLAC/ CEPEC/SEFIS, 2a. ed. Brasília, DF: Ceplac, 2012, 688p.

CAPÍTULO 7

Manejo integrado do cacaueiro para alta produtividade

MANEJO INTEGRADO DO CACAUEIRO PARA ALTA PRODUTIVIDADE

Jackson Emanuel Benevides Prado
Milton José da Conceição

"É preciso cuidar para bem colher"

1. INTRODUÇÃO

O Manejo Integrado do cacaueiro consiste no uso de práticas culturais, tratos fitossanitários (controle biológico e controle químico), associados ao melhoramento genético com o emprego de clones tolerantes, principalmente à doença vassoura de bruxa, para aumentar a produtividade, visando ao equilíbrio e a sustentabilidade ambiental. O sucesso do manejo integrado depende da realização das práticas de maneira correta e na época certa.

As técnicas do Manejo Integrado são as seguintes: controle de plantas invasoras, adequação da luminosidade, desbrotas convencional e precoce, poda de formação e de manutenção, drenagem, calagem, gessagem e fertilização dos solos, que são apresentadas a seguir.

2. CONTROLE DE PLANTAS INVASORAS

Consiste na eliminação das plantas invasoras para evitar a concorrência com os cacaueiros por nutrientes, água e facilitar os trabalhos de manutenção das plantas, colheita e embandeiramento dos frutos.

A recomendação é não deixar as plantas invasoras sementearem, evitando-se a renovação do estoque de sementes, resultando na menor quantidade de invasoras, formação de roças "bate folha" e redução do custo.

São recomendados três tipos de roçagem: manual, química e mecânica. A roçagem manual promove a limpeza da área, utilizando-se o facão ou um instrumento feito com a lâmina do facão amarrada em cabo longo de madeira, denominado no sul da Bahia de "biscol", que são tradicionalmente usados nessa prática, a qual tem sido limitada atualmente pela escassez de mão de obra nas roças de cacau. Além disso, a roçagem manual é menos eficiente e mais onerosa, conforme consta na Tabela 1.

A roçagem química é feita usando herbicidas aplicados com pulverizador costal manual com bico tipo leque, que apresenta jato plano, deposição linear e trabalha em baixa pressão (15 a 60 psi).

A roçagem mecânica é feita com roçadeiras que usam lâminas ou fio de nylon. As roçadeiras são equipamentos potentes, versáteis e muito utilizadas nas roças de

Tabela 1. Comparativo de custo (quantidade e frequência) entre roçagens manual, mecânica e química por ha/ano. Preços em R$ de agosto de 2022

Discriminação	Unid.	Valor Unit. (R$)	Roçagem								
			Manual			Mecânica			Química		
			Quant.	Freq.	Valor R$	Quant.	Freq.	Valor R$	Quant.	Freq.	Valor R$
Mão de obra	H/dia	48,72			682,08	2,5	2	243,60	2	2	194,88
Facão	1:15	25,00			1,67						
Bainha	1:15	14,00			0,93						
Gasolina	Litro	4,97				10,35	2	102,88			
Óleo 2T	Litro	20,00				0,414	2	16,56			
Manutenção roçadeira (50%)	1:300	2.300,00						3,50			
Depreciação roçadeira	1:300	2.300,00						7,00			
Fio de Nylon	M	0,60				15	2	18,00			
Herbicida sistêmico não Seletivo	Litro	18,00							2	2	72,00
Herbicida pré-emergente		30,00							3	2	180,00
Manutenção pulverizadorcostal manual (50%)	1:100	300,00									1,50
Depreciação pulverizador costal manual	1:100	300,00									3,00
EPI p/roçadeira mecânica *	1:50					01		4,10			
EPI p/aplicação de defensivo**	1:50								01		3,20
Adicional de mão de obra (M)[1]		11,28				2,5	2	56,40			
Adicional de mão de obra (Q)[2]		21,28							2	2	85,12
Total					**684,68**			**452,04**			**539,70**

Fonte: CEPLAC/Cenex
* (botas, perneiras, óculos, proteção facial, protetor auricular e avental);
** (botas, máscara, luvas, macacão, óculos e chapéu);
(1) valor da diária no mercado regional = R$ 60,00;
(2) valor da diária com encargos no mercado regional em dezembro de 2022.: R$ 70,00.

cacau, no corte de vegetações densas e resistentes. Atualmente existe uma grande variedade de modelos com qualidade técnica, motor de 2 tempos, alimentação à gasolina e potência variável para atender às demandas dos serviços.

Para manejo das plantas invasoras, recomenda-se usar a técnica de menor custo, associada à menor quantidade de mão de obra. Com a roçagem manual, por exemplo, gastam-se, em média, sete jornadas por hectare, realizando duas roçagens/ano.

Na roçagem química são necessárias duas jornadas por hectare, entretanto deve-se computar o custo do herbicida. Já na roçagem mecânica gastam-se 2,5 jornadas/ha, mas deve ser considerado o preço da gasolina, das máquinas e da manutenção.

Dessa forma, é necessário que se faça uma análise de custo em cada situação. A Tabela 1 pode auxiliar o produtor a decidir pela escolha do melhor método.

Observação: *É recomendada a alternância entre os métodos, a fim de atender a critérios econômicos e aspectos ambientais.*

3. ADEQUAÇÃO DA LUMINOSIDADE

O cacaueiro tradicional da Bahia é cultivado em sub-bosques, num agrossistema denominado Cacau Cabruca, que de acordo com o Decreto nº 15.180, de 02 de junho de 2014, refere-se a área que possui população maior ou igual a 20 árvores nativas da Mata Atlântica como árvores de sombra/ha.

No manejo do Cacau Cabruca, promove-se a adequação da luminosidade do ambiente, por meio da implantação ou supressão das árvores de sombra, nativas ou exóticas, nas áreas com pouca ou alta densidade. No caso da implantação, pode-se utilizar espécies nativas visando ampliar a diversidade e promover o enriquecimento ecológico das áreas de Cabruca, que independe de autorização de manejo, pois não vai haver corte ou supressão.

Quando houver interesse no aproveitamento econômico das espécies nativas existentes, se faz necessária a autorização do Instituto Estadual de Meio Ambiente INEMA e elaboração do Projeto Técnico de Manejo da Cabruca - PTMC, conforme preconiza a Portaria SEMA/INEMA Nº 03, de 16.04 de 2019.

Ressalta-se que essa autorização somente é concedida para áreas com densidade de, no mínimo, 40 árvores nativas /ha.

Para cada indivíduo suprimido, é obrigatório fazer a compensação ambiental, plantando-se 3 (três) árvores nativas para cada uma que é retirada na área manejada. Deve-se fazer o direcionamento da supressão das plantas no sentido leste/oeste, para permitir uma melhor entrada de luz e contribuir para elevação da produtividade.

Na correção imediata da luminosidade em áreas não sombreadas, recomenda-se o plantio do sombreamento provisório com bananeiras, gliricídia e ou outras espécies com função similar.

4. DESBROTA CONVENCIONAL E DESBROTA PRECOCE

A desbrota é a operação que visa a retirada dos brotos e chupões do tronco principal do cacaueiro, com o objetivo de evitar o dreno de nutrientes, comprometendo o enchimento de frutos e também porque os brotos podem ser atacados por pragas e doenças que comprometem a produção das plantas. Além disso, a desbrota também estimula a floração e forma uma copa equilibrada (ARÉVALO, RAM; VALLE, 2012). O trabalho é feito utilizando-se facões, serras e tesouras de poda.

O broto deve ser cortado rente à planta para evitar tocos ou cabides e na base do tronco. Pesquisas realizadas pela CEPLAC indicaram que os brotos maduros consomem até 54% dos nutrientes absorvidos pela planta, reduzindo a capacidade produtiva do cacaueiro, causando prejuízos econômicos significativos para os cacauicultores (Tabela 2).

Tabela 2. Extração aproximada de nutrientes na parte aérea (chupões, ramos e frutos) do cacaueiro, para a produção de 1.000 kg de amêndoas de cacau.

Extração (kg/ha)				
Nutrientes	**Chupões e brotos**	**Ramos**	**Frutos**	**Total**
N	283	131	52	466
P_2O_5	45	69	7	121
K_2O	122	87	64	273
CaO	30	15	3	48
MgO	82	41	9	132

Fonte: CEPLAC/CEPEC

O ideal é retirar os brotos ainda novos com o propósito de evitar drenos de nutrientes e aumentar reservas para produção de frutos; para tanto, faz-se a desbrota precoce logo no inicio do desenvolvimento do broto, podendo essa prática ser feita manualmente e com menor custo (Tabela 3).

Tabela 3. Comparativo de custo (quantidade, frequência e valor) entre desbrota tradicional e desbrota precoce /ha. Preços em R$, mês de agosto de 2022.

Discriminação	**Parâmetro**	**Valor Unit. (R$)**	**Desbrota ha/ano**					
			Tradicional			**Precoce**		
			Quant.	**Freq.**	**Valor**	**Quant.**	**Freq.**	**Valor**
Mão de obra	H/dia	48,72	6	3	876,90	1,0	3	146,00
Facão	1:50 ha	25,00			0,50			
Bainha de facão	1:50	14,00			0,28			
Tesoura de poda	1:50	45,00			0,90			
Serra para poda	1:50	60,00			1,40			
Total					**880,00**			**146,00**

Fonte: CEPLAC/CEPEC, 2022.

Vantagens da desbrota precoce

• Contribui para o aumento da produtividade.
• Aumenta o rendimento da mão de obra.
• Evita ferimentos na base do tronco, porta de entrada para patógenos.
• A retirada de brotos jovens contribui para a a eliminação da gema, evitando o surgimento de novos brotos no local.

5. PODA DE FORMAÇÃO E DE MANUTENÇÃO DO CACAUEIRO

Conceitualmente a poda pode ser definida como: "a arte de usar ferramentas adequadas para o manejo do cacaueiro, buscando a melhor arquitetura da planta para captação da Luz, resultando em maiores e efetivas produtividades.

A poda dos cacaueiros tem função importante na manutenção adequada da planta e na produção de frutos e deve ser realizada desde cedo, de forma equilibrada para que as folhas recebam luz, mantenham plena atividade fotossintética e que acumulem reservas necessárias para a produção dos frutos.

Quando a poda não é realizada, se mantém galhos e folhas em excesso, que ficam sombreados, atuando como drenos dos fotoassimilados, provocando competição na planta, a qual cresce muito, dificultando a realização dos tratos culturais, além de produzir pouco.

Quando a poda é excessiva, além de eliminar parte dos ramos produtivos, a planta responde com lançamentos foliares para a sua recuperação, reduzindo, consequentemente, a produção de frutos.

Os principais tipos de podas são apresentados a seguir.

5.1. Poda de formação e de manutenção dos cacaueiros clonados

A poda em cacaueiros clonados deve ser leve e contínua durante o ano, no sentido de formar uma copa adequada em forma de taça e conter a altura da planta.

Após o plantio da muda clonada deve-se retirar os brotos que aparecerem no tronco para evitar competição com a planta. Quando os ramos principais estiverem com o comprimento de 70 cm, antes que se dirijam para baixo ou fiquem extremamente altos, faz-se a primeira poda nas extremidades, aparando a ponta dos galhos, deixando-se 3 a 4 ramos primários. Na oportunidade deve-se ter o cuidado de retirar as palmas d'água ou "chupadeiras".

Devem-se retirar os ramos que estiverem crescendo para baixo, pois consomem muita energia, assim como os frutos formados, que desequilibram a estrutura e provocam rachaduras nos galhos. Ramos que atravessam a copa de um lado para outro, se sobrepõem, causando auto-sombreamento, perda de energia e aumentam a umidade no interior da copa, favorecendo a ocorrência de doenças. Palmas ou brotos

que surgem nos primeiros 15 cm do esgalhamento ou bifurcação devem ser eliminados, para evitar o entrelaçamento desde a base da copa.

As palmas que saem nos galhos e permanecem muito juntas, se sobrepondo e/ou sombreando as demais, devem ser parcialmente desbastadas, para favorecer a frutificação. As que estiverem ao longo dos galhos, devem ser mantidas, pois são importantes para o aumento da produção. No centro da planta, para conter a altura, deve-se sempre aparar as pontas dos ramos, tendo o cuidado de não deixar abertura para entrada excessiva de raios solares, evitando a queima dos galhos principais.

A segunda poda é feita quando os ramos principais crescerem até 70 cm de comprimento. Faz-se o mesmo procedimento relatado acima, para se obter a boa conformação da planta.

O objetivo da terceira poda é manter a copa em forma de taça até uma altura de 2,50 a 2,80 metros. Essa altura é adequada para uma boa produção e necessária para reduzir os custos da colheita, usando a tesoura ou a serra de poda e também para facilitar e minimizar os custos da poda fitossanitária.

Finalmente, todas as plantas devem ser individualizadas, separadas umas das outras, através do desentrelaçamento dos ramos, adequando ao espaçamento útil por planta (9 m^2), para melhorar as condições de luminosidade, ventilação e produção, conforme as Figuras de 1 a 4.

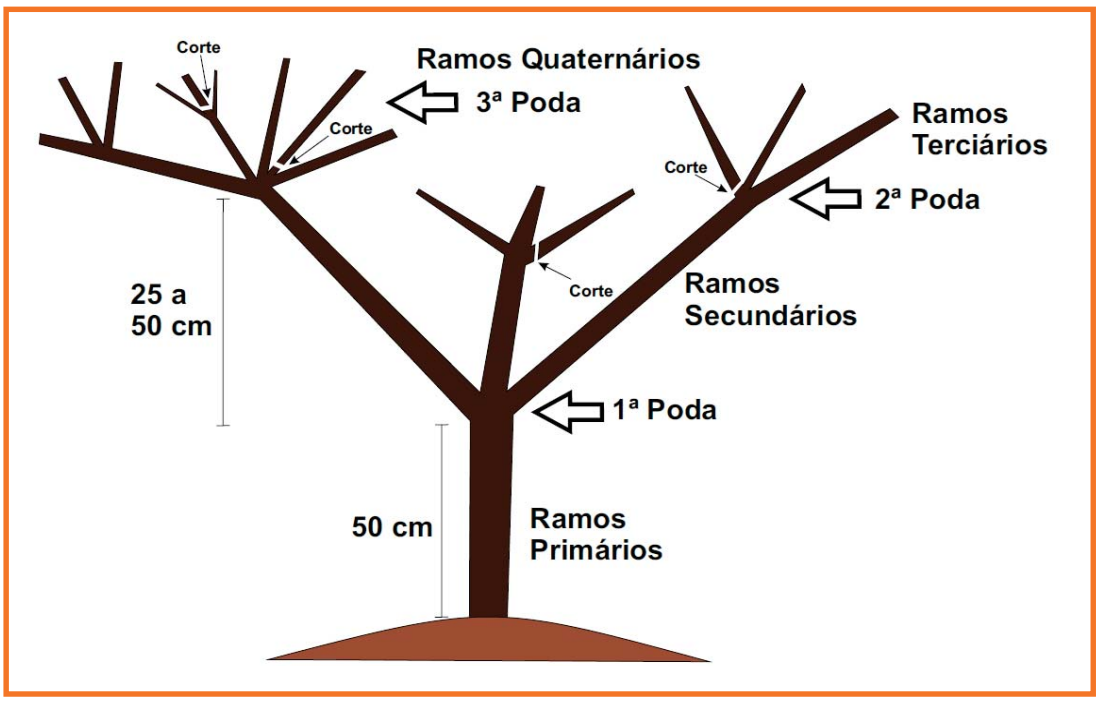


Figura 1. Representação figurada da poda de formação de cacaueiros clonados.
Autor: Gildefram Assis (Ceplac).

Figura 2. Cacaueiro em desenvolvimento, antes do início da poda. Foto: Águido Ferreira-Ceplac.

Figura 3. Poda de formação do cacaueiro. Foto: Águido Ferreira-Ceplac.

Figura 4 . Poda de cacaueiros clonados (2,5 anos) com destaque para o controle da altura. Faz. Bom Jesus, Itacaré, BA. Foto: Águido Ferreira-Ceplac.

5.2. Poda de manutenção do cacaueiro tradicional

Deve-se realizar a poda dos cacaueiros comuns e híbridos de acordo com a situação encontrada. Em cacaueiros comuns adultos e mal formados, que não receberam poda continuada, deve-se inicialmente conter a altura, reduzindo-a gradualmente, até atingir entre 3 e 3,5 metros, conforme a arquitetura de cada planta, para facilitar a colheita do cacau e o controle das pragas e doenças.

Para tanto, deve-se proceder da seguinte forma:

5.2.1. Adequação da altura do cacaueiro

- Cortar os galhos mais altos que se encontram em posição vertical:
- Cortar rente ao local de bifurcação, sempre deixando uma palma/galho lateral.
- Manter as copas entre 3 a 3,5 metros de altura, conforme arquitetura de cada planta.

5.2.2. Poda de adequação da copa

- Podar os cacaueiros de cima para baixo.
- Remover os galhos entrelaçados, caídos e montados.
- Reduzir os galhos alongados e projetados para plantas vizinhas, cortando-os sempre no local da bifurcação, buscando a individualização ou desentrelaçamento da copa.
- Evitar a formação de "cabides" ou "toquinhos" nas extremidades do corte.
- Retirar "palmas chupadeiras", "pés de galinhas e chupões".
- Retirar as palmas e "piolhos" que estiverem a 15 cm do cruzamento e também as que estiverem concentradas.
- Evitar a eliminação de palmas ou "piolhos" que estiverem para cima e para fora da copa, pois são as sadias. Podar apenas para reduzir o tamanho.
- Repicar bem todo o material vegetativo retirado, de modo a ser acamado na superfície do solo.
- A poda deve ser feita, preferencialmente, no período da entressafra.

5.2.3. Condução das palmas

- Dois a três meses após a primeira poda, eliminar as palmas abaixo da forquilha e as que estão concentradas. Se houver necessidade de enxertia, deixar um a dois brotos na base do tronco, o mais próximo do solo.
- Selecionar as palmas desenvolvidas e sadias, conforme sua localização nos galhos e eliminar as que forem desnecessárias, além dos brotos, a fim de formar uma nova copa.
- No ato de cada desbrota, eliminar os galhos que crescem verticalmente e manter sempre a copa em posição horizontal, evitando a entrada de raios solares no solo, deixando na condição de "bate folha", para inibir a presença de plantas invasoras.
- Evitar a formação de copas compactas, pois favorece o autossombreamento dos galhos.

- Manter a copa em forma de taça, sempre aparando as pontas de galhos que se dirigem para baixo e para dentro.

Nos cacaueiros que já vêm sendo manejados com a poda, conduzir as plantas para que se mantenham individualizadas e rebaixadas com a altura estabelecida.

Cacaueiros com copa defeituosa (meia copa, ¾ ou ¼ de copa) devem ter a copa corrigida, mantendo as palmas para aproveitar melhor o potencial da planta.

Recortar bem todo o material vegetativo retirado, de modo a ser acamado na superfície do solo.

Observações: *A poda do cacaueiro comum "tradicional" e híbrido deve ser feita no período da entressafra. Sempre evitar a poda no período do pico da vassoura de bruxa.*

6. DRENAGEM

É a operação da abertura de valetas, sulcos ou drenos no solo, para escoar o excesso de água que prejudicará o desenvolvimento das plantas. A drenagem contribui para a redução de doenças e aeração das raízes do cacaueiro.

Em geral, a drenagem é necessária em áreas de baixada, onde se encontram solos com características hidromórficas, conhecidos como "barro de telha". A drenagem contribui para a melhoria das características físicas do solo, especialmente a aeração, permitindo melhor crescimento das raízes e absorção de nutrientes, além de possibilitar o melhor aproveitamento das áreas.

Identificada a necessidade da drenagem faz-se a limpeza da área, determina-se o sentido do dreno principal, a declividade do terreno e o local para escoamento da água.

Na abertura da valeta determina-se a largura, a profundidade e o comprimento do dreno principal. A profundidade é variável de acordo com o tipo de solo (argiloso ou arenoso) e a quantidade de água. O dreno deve ter uma declividade que permita o escoamento da água, sem provocar erosão.

Para tanto, demarcam-se no terreno pontos na linha do dreno, na direção da maior declividade. A abertura das valetas deve ser iniciada na parte mais baixa do terreno e deve ter a forma trapezoidal. Para alcançar essa forma escava-se o solo nos pontos demarcados, com largura de 60 cm e aprofunda-se 40 cm, até o fundo da vala.

Feito isso, determina-se a direção dos drenos secundários de acordo com a declividade do terreno, marcando as linhas, partindo dos pontos encharcados até o dreno principal. O solo deve ser cavado de forma que os drenos permitam o livre escoamento da água.

Essas dimensões são consideradas médias, mas caso haja necessidade, podem ser ampliadas. Quando possível, deverão ser utilizadas máquinas para abertura dos drenos.

7. CALAGEM

A calagem em solos ácidos e de baixa fertilidade é necessária para fazer a correção da acidez, reduzir a toxidez de alumínio e manganês e também para adicionar Ca e Mg, macronutrientes secundários, necessários para a nutrição das plantas.

Os calcários, em geral, são ricos em cálcio e magnésio. A quantidade a ser aplicada é determinada com base na análise química do solo. O pH de solos bons para o cacaueiro varia entre 5,5 e 6,5. Abaixo de 5,5 e havendo presença de alumínio trocável, é necessário fazer a aplicação de corretivos.

Para que a correção da acidez seja eficiente, é necessário o contato das partículas de calcário com o solo e também que haja umidade suficiente para que ocorram as reações.

A forma de aplicação depende do estágio da cultura. Na implantação deve ser aplicado em toda a área, a lanço e em cobertura, após o balizamento. Havendo condição para mecanizar a área, a dose do corretivo deve ser dividida, aplicando-se metade e realizando a aração e, em seguida, aplicar os outros 50% e realizar a gradagem. Isso permitirá que o calcário seja incorporado ao solo, o que é bastante benéfico para crescimento das raízes do cacaueiro.

Na fase de plantio, recomenda-se aplicar calcário na cova com dimensões 40 x 40 x 40 cm, visando prover cálcio e magnésio. A quantidade em gramas de calcário é definida multiplicando-se o fator 0,064 pela quantidade de corretivo em kg/ha, estabelecido pela análise de solo. Por exemplo, se a recomendação é aplicar 1.000 kg de calcário por hectare na área, em cada cova serão colocadas 64 gramas (1000 kg calcário x 0,064 = 64 g cova).

Em lavouras tecnicamente formadas, a aplicação deve ser a lanço e em cobertura, no espaço entre quatro cacaueiros. Para se determinar a quantidade de calcário a ser aplicada com base no espaçamento de 3 x 3 m (9 m^2), multiplica-se a quantidade definida na análise de solo pelo fator 0,9, permitindo converter a quantidade de calcário recomendada, de kg por hectare para gramas/9m^2. Por exemplo, se a recomendação é de 1.000 kg/ha, serão aplicadas 900 g em 9 m^2. Em lavouras empiricamente formadas, o calcário deve ser aplicado no raio de 1,60 m do cacaueiro.

8. GESSAGEM

O gesso agrícola é um produto pouco solúvel em água, rico em cálcio e enxofre. Tem efeito benéfico no desenvolvimento do sistema radicular das plantas, devido à movimentação de cálcio para as camadas inferiores do solo e pela diminuição da acidez nas camadas mais profundas por meio da redução dos efeitos tóxicos do alumínio. A quantidade de gesso a ser aplicada vai depender do resultado da análise química do solo (teor de alumínio trocável) e deve ser calculada considerando o teor de argila na camada de 20 a 40 cm.

A utilização do gesso agrícola também é importante para assegurar o desenvolvimento do sistema radicular dos cacaueiros, evitando frustrações de safras, em áreas sujeitas a períodos de escassez de chuva. Com o aprofundamento do sistema radicular, o gesso aumenta o volume do solo explorado e, consequentemente, acresce a disponibilidade de água e nutrientes para os cacaueiros.

A calagem e a gessagem podem ser feitas juntamente ou separadas, a depender do teor de argila do solo. Estas práticas devem ser realizadas com o mínimo de sessenta dias antes da adubação.

Observação: *O gesso agrícola é considerado um condicionador de solo e, portanto, não corrige a acidez nem substitui o calcário. Em termos gerais pode se dizer que o gesso complementa a calagem, reduzindo a atividade do alumínio, principalmente nas camadas subsuperficiais. Portanto, o gesso deve ser usado apenas em solos onde elas apresentam deficiência de cálcio ou níveis de toxidez de alumínio.*

9. ADUBAÇÃO DO CACAUEIRO

Os solos das regiões cacaueiras brasileiras apresentam tipos e características químicas, físicas e biológicas variadas. Em geral, a adubação de cacaueiros baseia-se em resultados de ensaios de campo que determinam níveis críticos de fósforo e potássio disponíveis no solo e dos níveis de nitrogênio demandados pela cultura. Esses são os macronutrientes, elementos determinantes no crescimento da planta e produção de cacau, chamados assim por serem requeridos em maiores quantidades, e compõem a famosa formulação N-P-K. São também macronutrientes o cálcio, magnésio e o enxofre.

As necessidades de nutrientes, bem como as principais características químicas dos solos e o comparativo com a realidade da região cacaueira baiana, são apresentadas na Tabela 4.

Os fertilizantes utilizados na cultura do cacau dependem do solo, do manejo adotado e das metas de produtividade que se pretende alcançar. Para tanto devem ser adicionados nas doses, épocas, locais e fontes corretas. É importante que a análise de solo seja realizada em laboratório que participe regularmente de processos de certificação de qualidade. Caso a coleta e análise de solo não tenham sido bem

Tabela 4. Necessidades de nutrientes pelo cacaueiro, solo ideal e comparativo de alguns solos existentes no sul da Bahia.

Consumo de nutrientes pelo fruto do cacaueiro (kg de nutrientes / 1000 kg fruto).					
Partes da planta	**N**	**P_2O_5**	**K_2O**	**CaO**	**MgO**
Amêndoa	20,4	8,3	12,6	1,5	4,5
Casca	10,6	3,0	52,0	5,3	4,2
Fruto	31,0	11,3	64,6	6,8	8,7

Solo ideal para o cacaueiro								
Solo	**P**	**K**	**Ca**	**Mg**	**V%**	**m %**	**CTC**	**H+ Al**
X	30	> 0,30	> 7,5	> 2,0	60	< 30	>10	< 30 %
Comparativo entre 3 amostras de solos do sul da Bahia								
Solo 1	1	0,08	0,8	0,4	15	42	8,7	85 %
Solo 2	1	0,10	1,3	0,8	31	16	7,2	69 %
Solo 3	1	0,13	1,1	0,8	26	05	7,7	64 %

Fonte: Chepote et al., 2013. (Boletim Técnico Ceplac/Cepec, n° 203).

CTC: capacidade de troca catiônica; P: expresso em mg/dm^3; H Al, K, Ca e Mg expressos em $cmol_c dm^3$; V%: Saturação de bases; m %: Saturação de Alumínio na CTC efetiva.

realizadas, o agricultor corre dois riscos: o primeiro é adicionar menos do que a planta necessita e a produtividade ser menor do que a esperada; o segundo é risco de adicionar mais fertilizante do que o necessário, gastando dinheiro indevidamente, sem ter o aumento de produtividade, desequilibrando a planta em termos nutricionais e o meio ambiente (PAIVA; ARAÚJO, 2012).

Observações: *recomenda-se não coletar amostras de solo junto aos casqueiros de cacau, estradas, residências, currais e formigueiros. As amostras de solo para fins de análise de fertilidade, recomendação de calagem e/ou gessagem, e adubação, devem ser representativas do solo cultivado. Devido à heterogeneidade da área, deve-se dividir o terreno em glebas menores, o mais uniforme possível, selecionando os pontos de coleta quanto à cor, profundidade e textura (arenoso, siltoso ou argiloso). Em geral, uma boa amostra-composta para áreas de cultivo do cacaueiro na região sul da Bahia deve corresponder a aproximadamente quatro hectares.*

O solo deve ser coletado na área onde crescem as raízes.

Convém lembrar que, dependendo do modo de incorporação, da umidade, textura, mineralogia do solo e da qualidade do corretivo, a reação do calcário com o solo será diferenciada e mais ou menos efetiva. Em geral, o tempo necessário para verificar o efeito da calagem varia entre 90 e 120 dias, sendo que a correção quase não ocorre caso o solo esteja seco.

9.1. Considerações sobre adubação modular do cacaueiro

A adubação modular é uma alternativa de adubação para obtenção de alta produtividade no cultivo de cacau e deve ser realizada baseando-se nas quantidades de corretivos e nutrientes indicadas pelas análises de solo e foliar da área cultivada. As doses de nutrientes são recomendadas em função da produção planejada para a cultura.

A adubação modular indica a quantidade de nutrientes necessária para atender as metas de produção desejadas. Assim, estimam-se metas de produtividade do cacaueiro combinadas com as respectivas necessidades de fertilização, para dar sustentabilidade ao aumento de produção. Neste método, as quantidades de nutrientes são readequadas para alcançar as metas de altas produtividades (Tabela 5).

O Boletim Técnico 203 da CEPLAC recomenda adubação modular nas condições da região cacaueira baiana, apresentando metas de produtividade nas faixas de 80 a 160 arrobas de amêndoas por hectare e que já estão validadas em plantios comerciais em várias propriedades na região (Tabelas 6 e 7).

Deve-se destacar que sob as condições médias de preços dos fertilizantes no mercado e cotação média do dólar, a adubação é considerada como uma das práticas de menor custo no manejo integrado do cacaueiro.

Tabela 5. Composições, doses dos nutrientes e das misturas de fertilizantes a serem utilizados para se obter anualmente altas produtividades de cacau em arrobas/ha^{-1}

Composição %	Produtividade @/ha							
	Até 80		81 a 120		121 a 160		> 160	
	Nutrientes	Mistura	Nutrientes	Mistura	Nutrientes	Mistura	Nutrientes	Mistura
	Kg.ha^{-1} (1)							
16-24-16	60-90-60	380	80-120-80	510	100-150-100	630	120-180-120	760
18-27-09	60-90-30	340	80-120-40	450	100-150-50	560	120-180-60	680
19-38-00	60-90-00	320	80-120-00	430	100-150-00	530	120-180-00	640
18-18-18	60-60-60	340	80-80-80	450	100-100-100	560	120-120-120	680
22-22-11	60-60-30	270	80-80-40	360	100-100-50	450	120-120-60	540
27-27-00	60-60-00	230	80-80-00	310	100-100-00	380	120-120-00	460
20-10-20	60-30-00	300	80-40-80	400	100-50-100	500	120-60-120	600
26-13-13	60-00-60	230	80-40-40	310	100-50-50	380	120-60-60	460
34-17-00	60-00-30	190	80-40-00	250	100-50-00	320	120-60-00	380
25-00-25	60-00-00	240	80-00-80	320	100-00-100	400	120-00-120	480
32-00-16	60-00-30	190	80-00-40	250	100-00-50	320	120-00-60	380
45-00-00	60-00-00	140	80-00-00	190	100-00-00	230	120-00-00	280

(1) As quantidades recomendadas em quilogramas por hectare devem ser fracionadas em duas aplicações ao ano. Fonte: Chepote et al., 2013. (Boletim Técnico Ceplac/Cepec, n° 203).

A Tabela 5 mostra a composição, doses de nutrientes e misturas de fertilizantes das faixas de produção de cacau, para se obter produtividades de até 80, de 81 a 120, de 121 a 160 e acima de 160 arrobas/ha/ano^{-1} de amêndoas de cacau, respectivamente.

Tabela 6. Quantidades de nutrientes fracionados, recomendados para produção de até 80 arrobas de cacau/ha^{-1} em plantas com idade acima de 3 anos.

Quantidade (kg) de nutrientes/ 1.000 plantas [1]			Mistura (N - P - K)		Quantidade da mistura por aplicação (g/planta)	
N	P_2O_5	K_2O	kg/1000 plantas/ ano	g/planta/ ano	1ª Março	2ª Setembro
60	90	60	380	380	190	190

[1] As quantidades de fósforo e potássio na mistura a ser aplicada vão depender da análise do solo.
Fonte: Chepote et al., 2013. (Boletim Técnico Ceplac/Cepec, n° 203).

Tabela 7. Quantidades de nutrientes fracionados, recomendados para produção de até 120 arrobas de cacau/ha^{-1} em plantas com idade acima de 3 anos.

Quantidade (kg) de nutrientes/ 1.000 plantas [1]			Mistura (N - P - K)		Quantidade da mistura por aplicação (g/planta)	
N	P_2O_5	K_2O	kg/1000 plantas/ ano	g/planta/ ano	1ª Março	2ª Setembro
80	120	80	510	510	255	255

[1] As quantidades de fósforo e potássio na mistura a ser aplicada vão depender da análise do solo.
Fonte: Chepote et al., 2013. (Boletim Técnico Ceplac/Cepec, n° 203).

9.2. Recomendações para uma adubação eficaz

As doses recomendadas por planta devem ser aplicadas pelo menos duas vezes por ano. A primeira no período de fevereiro a abril e a segunda, no período de setembro a novembro, de acordo com o calendário anual das práticas agrícolas do cacau na Bahia.

Em áreas empiricamente formadas, a aplicação deve ser feita a lanço e em cobertura, no raio de 1,60 m a partir do tronco da planta (Figura 5). Em áreas tecnicamente formadas aplicar no polígono formado pelas quatro plantas (Figura 6). Em áreas acidentadas e empiricamente formadas, aplicar a dose integral no semicírculo superior, e quando tecnicamente formada, aplicar na faixa superior com 1,50 m de largura.

Evitar fazer o coroamento com enxadas, para não danificar as radicelas (raízes finas). Após a aplicação do fertilizante, em áreas "bate-folhas", passa-se a roçadeira com o nylon ou o ancinho, no sentido de movimentar as folhas para que o fertilizante fique em contato direto com o solo.

Em áreas com plantas invasoras ainda com pequeno porte, aplica-se o fertilizante e depois roça-se, para a matéria verde cobrir o fertilizante.

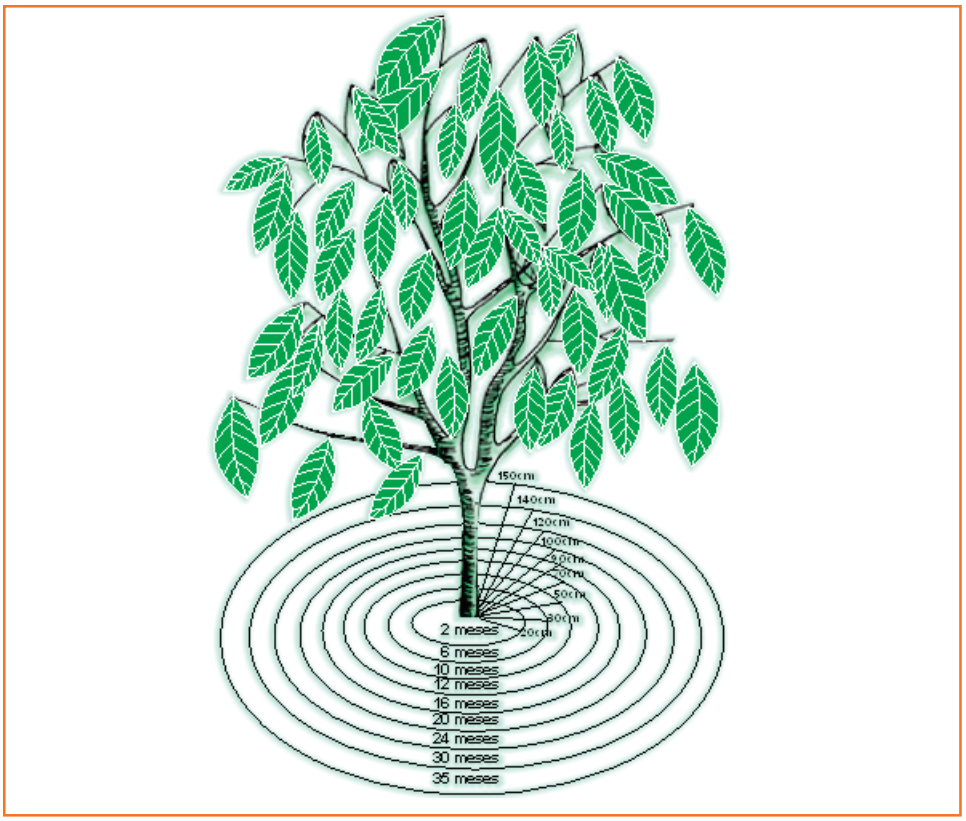


Figura 5. Locais de aplicação de fertilizantes, segundo a idade da planta em plantios sem balizamento. Fonte: CEPLAC/Cepec.

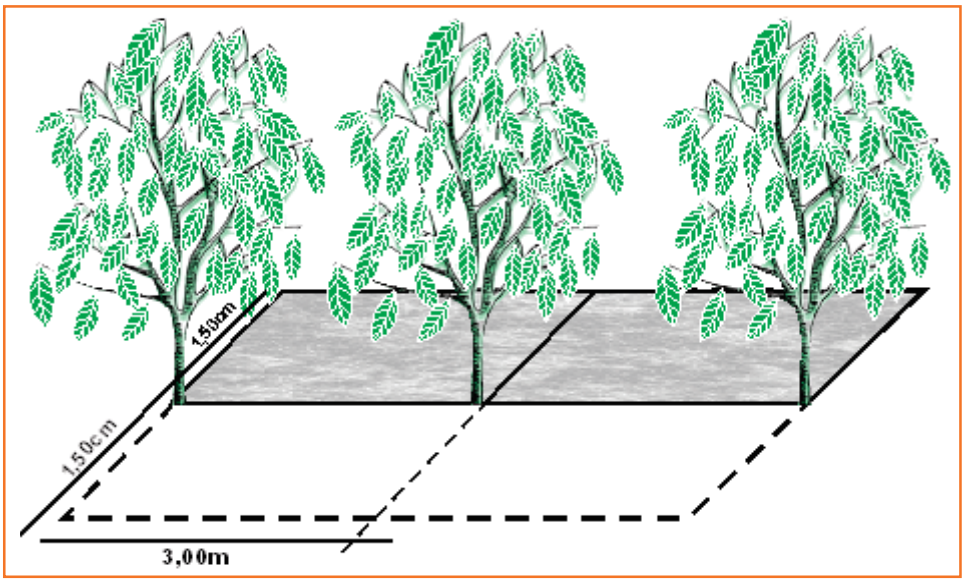


Figura 6. Aplicação dos fertilizantes em terrenos inclinados, em área balizada. Fonte: CEPLAC/Cepec

Com o aumento da produtividade, aumenta também a demanda por nitrogênio, por isso se faz necessário ampliar o fracionamento, posto que, não se recomenda colocar mais de 50 kg de N/ha/aplicação.

Em solos arenosos recomenda-se aumentar o fracionamento do potássio para reduzir a perda por lixiviação (K_2O).

Nas áreas fertirrigadas, o fracionamento dos fertilizantes dar-se-á em função do número de pulsos da irrigação.

Na fase de formação do cacaueiro, a adubação modular é iniciada no momento do plantio, sendo a dose definida de acordo com a quantidade de fósforo disponível, determinado pela análise de solo, estendendo-se até três anos após o plantio.

As doses de fertilizantes aplicadas durante os períodos (plantio até 1 ano; de 1 a 2 anos; e de 2 a 3 anos) devem ser calculadas conforme a concentração dos nutrientes em cada formulação e correspondem, respectivamente a 1/3, 1/2 e 2/3 da dose total indicada depois do terceiro ano (Tabelas 5, 6 e 7). Nos dois primeiros anos, as quantidades por planta deverão ser fracionadas em três aplicações, a partir dos 60 dias após o plantio. Do terceiro ano em diante, em duas aplicações. Devem ser aplicadas em cobertura, em círculo para áreas planas e em meio círculo para áreas acidentadas.

Recomenda-se um raio de 20 a 50 cm, a partir do 2º ao 12º mês; de 60 a 100 cm, a partir do 13º ao 24º mês; e 110 a 140 cm, a partir do 25º ao 36º mês. Após o 36º mês a aplicação deverá ser em faixas laterais às plantas medindo 150 cm de largura.

9.3. Adubação com Micronutrientes

Os micronutrientes, apesar de suas baixas concentrações nos tecidos e órgãos das plantas, têm a mesma importância dos macronutrientes para a nutrição do cacaueiro.

Os micronutrientes são requeridos em menores quantidades pelas plantas, mas são indispensáveis para as funções metabólicas essenciais para o crescimento e produção das plantas. A deficiência de um micronutriente na planta pode ocasionar grandes perdas na produtividade.

Muitas vezes, os micronutrientes são esquecidos quando ocorre a montagem do plano de adubação ou, até mesmo, confundidos com outras deficiências, mas é importante registrar que a deficiência de um micronutriente na planta pode ocasionar grandes perdas na produtividade.

Alguns exemplos de micronutrientes são os elementos boro (B), cloro (Cl), cobre (Cu), ferro (Fe), manganês (Mn), molibdênio (Mo), níquel (Ni) e zinco (Zn). Já o cobalto, vanádio, sódio e silício também são micronutrientes, porém, raramente causam sintomas de deficiência nas plantas.

Conhecer a função que cada micronutriente exerce no crescimento das plantas é extremamente importante para determinar as aplicações corretas e, ainda, diagnosticar quaisquer problemas de produção da cultura.

O uso de micronutrientes na adubação dos cacaueiros é necessário, principalmente com a expansão da cacauicultura para áreas não tradicionais, de baixa fertilidade e com a utilização de clones de maior produtividade. Estes nutrientes devem ser aplicados via solo com complementação em nível foliar, caso necessário. As adubações com micronutrientes, em alguns casos, fazem o diferencial para se obter altas produtividades.

Os micronutrientes que mais apresentam deficiência nos solos da região cacaueira baiana são: zinco, boro e cobre. Quando os teores de zinco no solo se encontram abaixo de 1,5 mg dm^{-3} deve-se aplicar 4,0 kg de Zn/ha, na forma de óxido ou sulfato de zinco em pó (Tabela 8). No plantio, recomenda-se aplicar 15 a 25 g de FTE-BR 12 por cova.

Tabela 8. Teores de Micronutrientes ideais no solo para cultivo do cacaueiro em mg/dm^3.

Ferro (Fe)	Manganês (Mn)	Zinco (Zn)	Boro (B)	Cobre (Cu)
31 - 45	9 -12	1,5 - 2,2	0,61 - 0,90	1,3 - 1,8

Fonte: CEPLAC/Cepec

9.4. Adubação orgânica do cacaueiro

A adubação orgânica consiste na aplicação no solo, de resíduos orgânicos de origem animal, vegetal ou industrial, preferencialmente quando o teor de matéria orgânica é inferior a 30 g/kg. A adição de adubo orgânico melhora as propriedades físicas, químicas e biológicas, favorecendo a disponibilidade de nutrientes, a presença de microrganismos e o aumento da produtividade (VALLE, 2012).

A adubação orgânica reduz a erosão do solo, aumenta retenção de umidade, incrementa a disponibilidade de nutrientes, diminui amplitude térmica, estimula a atividade biológica, eleva a taxa de infiltração e agrega as partículas do solo (SANTIAGO; ROSSETO, 2022).

A adubação orgânica é feita com insumos existentes no mercado ou produzidos na própria fazenda. Nas últimas décadas, cresceu a oferta de adubos orgânicos para o cacaueiro; de acordo com Kiehl (1981,1985) e Mello et al. (2013), os principais insumos são:

i) Rochas naturais específicas moídas: calcários e fosfatos naturais que melhoram a fertilidade do solo, tais como: fosfato natural de Irecê, ricos em P, Ca e micronutrientes; fosfato natural de Ipirá, rico em P, K e micronutrientes; MB-4, contendo Mg, K e micronutrientes; sais de metais, contendo micros, fitormônios e enzimas; e, cinzas diversas.

ii) Adubos biológicos-microgel, restabelecem o microbioma do solo: preparados biodinâmicos para compostagem. Biofertilizantes em forma líquida, ricos em N e P, atuam como fertilizante, inseticida e fungicida. Calda sulfocálcica tem o efeito acaricida, inseticida e fungicida.

iii) Adubos verdes: principalmente nos primeiros anos, nas áreas de implantação de cacaueiros, faz-se o plantio e incorporação de leguminosas herbáceas e arbustivas, tais como o andu ou guandu (*Cajanus cajan*), Crotalaria (*Crotalaria juncea)* e feijão (*Phaseolus vulgaris*). A leguminosa tem a capacidade de fixar o nitrogênio atmosférico, liberando-o para o sistema solo/planta e se constitui em boa alternativa de suprimento às culturas.

No caso dos cacaueiros, a manutenção do folhedo sobre o solo garante a reciclagem de nutrientes, principalmente de potássio e nitrogênio. Além disso, os ramos de algumas árvores de sombra são utilizados também como biomassa. Uma das espécies mais recomendadas é a gliricidía (*Gliricidia sepium).* Quando o potencial de produção de biomassa e fornecimento de nitrogênio foi avaliado em Sistema Agroflorestal no sul da Bahia, obteve-se cerca de oito toneladas de massa vegetal/ ha, incorporando ao solo aproximadamente 100 quilos de nitrogênio, potássio, cálcio e magnésio. Neste caso foram utilizadas 277 plantas/ha, que foram podadas duas vezes ao ano, sendo uma em março e outra em setembro (MELLO et al., 2012).

iv) Composto de casca do fruto de cacau: estudos realizados na Ceplac por Chepote (2003), em Latossolos, mostraram que a utilização de 8 kg/planta/ano promoveu um incremento de 133 % na produção de amêndoas secas de cacau (VALLE et al., 2012). No plantio de cacaueiros, Sodré (2017) recomendou a utilização de 2 kg de casca do fruto por cova, enquanto em áreas safreiras, preconizou a aplicação de 8t/ha em cobertura. O composto é formado pela casca do fruto e esterco de bovinos, aves e outros animais domésticos. O potássio, elemento que o cacaueiro demanda em grande quantidade, concentra-se na casca do fruto e representa 4,5% da matéria seca. Com a frequente alta dos fertilizantes potássicos, o composto da casca assume importância na adubação do cacaueiro (SODRÉ, 2017).

Existe um grande número de insumos naturais que são utilizados na adubação orgânica, como evidencia a Tabela 9. Os adubos orgânicos em cacaueiros devem ser aplicados após análise de solo, para verificar a necessidade de nutrientes. Podem ser utilizados nas fases de plantio, manutenção e produção.

A eficiência do processo de absorção depende da decomposição e da mineralização. O processo biológico da decomposição é influenciado pelo manejo da cultura, temperatura, umidade do solo e composição química dos adubos orgânicos. Esta última tem como principais indicadores a relação entre carbono e nitrogênio (relação C/N) e os teores de lignina e polifenóis. Segundo Haynes (1986), um composto orgânico adequado deve ter a relação C/N entre 26:1 e 35:1. Quando adicionados ao solo com baixa relação C:N (< 25) são bem mineralizados e disponibilizam o nitrogênio para o cacaueiro. A mineralização muito rápida provoca perdas por lixiviação. Quando a relação é alta, (>25) há imobilização do nitrogênio do solo por um período, reduzindo os teores disponíveis.

Tabela 9. Composição química de alguns insumos para adubação orgânica (sem secar) (VALLE, 2012)

Materiais orgânicos/ composição química	C/N	Umidade	C	N	P	K	Ca
	g/kg						
Esterco bovino fresco	20	620	100	5	2,6	6	2
Esterco bovino curtido	21	340	320	15	12	21	20
Esterco de galinha	10	550	140	14	8	7	23
Esterco de porco	9	780	60	7	2	5	12
Composto de casca de fruto de cacau +esterco de gado[1]	9	n.d[2]	90	10	5	4	4
Composto de lixo	27	410	160	6	2	3	11
Torta de mamona	10	90	450	45	7	11	18
Mucuna	20	870	60	3	0,6	3	2
Milho	46	880	60	1,3	0,2	3	0,5
Aguapé	20	940	20	1	0,1	1	1
Materiais orgânicos/ composição química	**Mg**	**S**	**Zn**	**Cu**	**Cd**	**Ni**	**Pb**
	mg/kg						
Esterco bovino fresco	1	1	33	6	0	2	2
Esterco bovino curtido	6	2	217	25	0	2	1
Esterco de galinha	5	2	138	14	2	2	17
Esterco de porco	3	--	242	264	0	2	3
Composto de casca de fruto de cacau +esterco de gado[1]	3	--	62	215	--	--	--
Composto de lixo	1	2	255	107	2	25	111
Torta de mamona	5	--	128	73	--	--	--
Mucuna	0,4	--	6	3	--	--	--
Milho	0,2	0,2	3	1	--	--	--
Aguapé	0,2	0,2	3	2	0	1	2

Fonte: Adaptada de RAIJ et al., 1996. [1]Chepote, 2003. n.d[2] = não determinado

Deve-se considerar que o uso de adubos orgânicos está ainda muito limitado na cacauicultura, principalmente quando comparado à adubação química. A grande dificuldade é a falta de tecnologia e de equipamentos adequados para produção e aplicação em áreas de médio e grande porte.

9.4.1. Outras considerações sobre o manejo orgânico do cacau

A maior utilização de insumos no manejo orgânico do cacau é na nutrição da planta, controle de insetos e enfermidades. No manejo de insetos e enfermidades, o que se busca é um equilíbrio harmônico entre as plantas, os seres humanos e o meio ambiente. São utilizados produtos vegetais e biológicos, autorizados pelas certificadoras e registrados pelo MAPA. Os mais usados são as caldas biológicas. Existem regimentos que devem ser seguidos pelos produtores, sob pena de não terem os benefícios do cacau orgânico na comercialização.

Nos contatos que foram feitos com os produtores de cacau orgânico deu para perceber que o objetivo não é alcançar altas produtividades, mas produtividades altas de acordo com os limites da tecnologia de produção do cacau orgânico e de um mundo ambientalmente mais equilibrado (Informações pessoais, Marilson Xavier de Jesus[/1]; Aloísio Tomás de Mendonça[/2], Ângelo San Juan[/3]).

Os interessados na agricultura orgânica devem conhecer a Portaria Nº 52, de 15 de março de 2021, do MAPA, que estabelece o Regulamento Técnico para os Sistemas Orgânicos de Produção e as listas de substâncias e práticas para o uso neles, acessando o site do Ministério.

9.5. Diagnose foliar do cacaueiro

A diagnose foliar é utilizada como técnica para monitorar o estado nutricional do cacaueiro. Na obtenção das amostras recomenda-se coletar a terceira folha a partir do ápice de um lançamento recém amadurecido, na meia altura da copa da planta. A época de coleta é no verão (dezembro a janeiro) evitando-se o período de lançamento. Recomenda-se coletar quatro folhas por planta (uma em cada quadrante), percorrendo-se uma área homogênea, perfazendo um total de dez cacaueiros por amostra composta.

A diagnose foliar é uma técnica complementar da análise do solo para otimizar o uso de fertilizantes e melhorar o estado nutricional do cacaueiro e consequentemente, aumentar a produtividade das lavouras. Estas recomendações têm por objetivo subsidiar técnicos e produtores na aplicação de corretivos e fertilizantes nas lavouras cacaueiras do sul da Bahia.

Ao verificar sintomas evidentes de deficiências de macro e micronutrientes nas folhas do cacaueiro, recomenda-se fazer a correção via foliar mensalmente, até os sintomas desaparecerem (Figura 7). A aplicação deve ser efetuada em dias sem chuva, entre 7:00 e 10:00 horas da manhã, com pulverizador, dirigindo o jato da solução para a parte inferior das folhas.

[1/] Técnico Agrícola, Agricultor, especialista em Agricultura Orgânica.
[2/] Técnico Agrícola, Agricultor, especialista em Agricultura Orgânica, Cooperativa Cabruca.
[3/] Agricultor, especialista em Agricultura Orgânica, Cooperativa Cabruca.

Nutrientes/Micronutrientes	Sintomas
P Fósforo	**Teor foliar adequado >1,8 g/kg.** Ângulo agudo entre o pecíolo e o ramo. Folhas levemente estreitas preservando a cor verde. Necrose na zona apical do limbo. Redução no tamanho da planta
N Nitrogênio	**Teor foliar adequado 20-25g/kg.** Clorose nas folhas verdes em tom verde pálido. Redução no tamanho das folhas e da planta. Folhas espessas e duras.
Mg **Magnésio**	**Teor foliar adequado >4,0 g/kg.** Folhas velhas com clorose nos limbos e nervuras verdes. Necrose formando ilhas de tecidos mortos entre as nervuras, havendo, às vezes, necrose marginal.
K Potássio	**Teor foliar adequado 16-22 g/kg.** Necrose marginal em folhas velhas. Divisão nítida entre o tecido necrótico e o vivo. Ocorrência frequente nos solos ácidos.
Ca Cálcio	**Teor foliar adequado >8,0 g/kg.** Necrose nas folhas mais novas formando grandes ilhas entre as nervuras. Queda prematura de folhas (raramente observada no campo). Redução no crescimento de raízes.
S Enxofre	**Teor foliar adequado 1,7 - 2,0 g/kg.** Clorose em folhas novas, com ou sem redução do comprimento a largura. Nervuras mais pálidas que o limbo. Tecidos mais susceptíveis ao ataque de insetos. Folhas com afinamento na ponta.
Cu Cobre	**Teor foliar adequado 10 - 25 mg/kg.** Folhas de tamanho reduzido. Folhas novas deformadas e compridas longitudinalmente. Nervuras secundárias irregulares convergindo para a parte apical.
Mn Manganês	**Teor foliar adequado 50 - 300 mg/kg.** Clorose nas folhas novas, limitadas por uma faixa entre as nervuras. Sintomas mais visíveis nas partes marginais, apresentando as nervuras e adjacências com coloração normal. Deficiência comum em solos alcalinos ou em lançamentos foliares após colheita de grande número de frutos na planta.

Zn **Zinco**		**Teor foliar adequado 20 - 100 mg/kg** Folhas novas com limbo estreito e margens onduladas. Lâmina foliar curvada em forma de foice Deficiência frequente em solos arenosos e alcalinos.
B Boro		**Teor foliar adequado 25 - 70 mg/kg.** Folhas jovens de tamanho reduzido torcidas e em espiral. Folhas jovens torcidas em espiral. Lâmina foliar dura e quebradiça. Morte de ponteiros e frutos deformados.
Fe Ferro		**Teor foliar adequado 60 - 200 mg/kg** Folhas jovens cloróticas com margens cerradas. Nervuras com ligeira coloração verde. Completo branqueamento das folhas em casos avançados. Em casos extremos pode ocorrer seca dos ramos.

Figura 7. Sintomas de deficiências nutricionais em folhas do cacaueiro.
Fonte: CEPLAC/CEPEC - SODRÉ, G.A.; MARROCOS, P.C.L., (2015)

9.5.1. Fertilizante foliar produzido a partir de casca do fruto do cacaueiro

Na cultura de cacaueiro, o resíduo gerado em maior quantidade é a casca do fruto. Entretanto, apenas 15% da massa integral é aproveitada e o restante permanece no campo, sem finalidade comercial e com risco de servir como ambiente disseminador de doenças, tais como vassoura de bruxa e podridão parda.

Considerando que o potássio é o elemento com maior concentração na casca do fruto, Sodré; Marrocos (2015) realizaram um trabalho no Centro de Pesquisas do Cacau da Ceplac com o objetivo de produzir fertilizante orgânico potássico, a partir do extrato da casca do fruto do cacaueiro (ECF).

Inicialmente foi produzido um composto, picando-se a casca do fruto do cacaueiro em pedaços retangulares entre 1,5 e 2,5 cm de largura. O composto foi armazenado em pilhas com as dimensões de 2,5 m de comprimento,1,5 m de largura e 1,0 m de altura, sendo as mesmas cobertas com lona de polietileno, a fim de não serem molhadas. A cada oito dias foram realizados revolvimentos da pilha, até quando a massa parou de aquecer, ficando a temperatura entre 28 e 30 °C, o que ocorreu em torno dos 90 dias, quando então o material foi considerado como estabilizado (Figuras 8 a 11).

Para a obtenção do extrato, foram utilizados trinta litros de composto, com aproximadamente 70% de umidade, os quais foram espalhados sobre uma peneira de 40 cm de largura, 1 m de comprimento e 4 mm de malha. Em seguida, foram adicionados lentamente 3 litros de água limpa ou destilada. Uma calha foi colocada

Figura 8. Cascas acumuladas no campo formando casqueiros. Foto: George Sodré.

Figura 9. Processo de compostagem da casca com colonização de fungos. Foto: George Sodré.

Figura 10. Estrutura de coleta de extrato da casca do fruto do cacaueiro. Foto: George Sodré

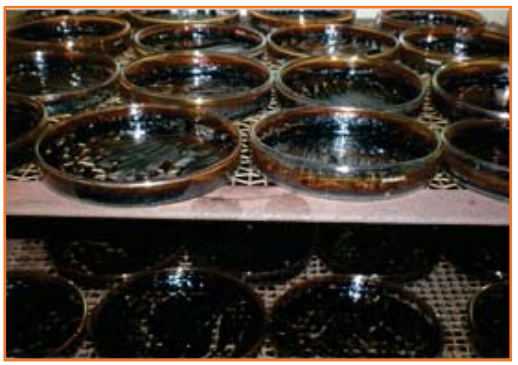


Figura 11. Extrato da casca do fruto após secagem. Foto: George Sodré

para escorrimento sob a peneira e um outro recipiente para coleta do extrato líquido. Após a coleta do líquido fez-se a secagem em estufa a 60 °C por 48 horas e em seguida, o extrato foi moído e passado em peneira de 1,0 mm para obter o pó do ECF (Figuras 10 e 11).

Na formulação em pó, o produto apresentou alta solubilidade, podendo ser diluído em água para pulverizações foliares. Também se considerou a possibilidade de incluí-lo em formulações foliares com adição de fósforo, nitrogênio e micronutrientes. A Tabela 10 mostra a análise química do ECF com destaque para o elevado teor de potássio (K).

Tabela 10. Análise química do extrato da casca do fruto do cacaueiro- ECF.

C*	N	P	K	Ca	Mg	Fe	Zn	Cu	Mn
		g/kg^{-1}					mg/kg^{-1}		
400	27,4	2,6	155,9	13,1	14	888	1.690	74	234

Fonte: Sodré et al. (2012).

Considerando a relativa facilidade de produção e manejo do ECF é possível utilizá-lo em culturas que demandam o nutriente potássio como é o caso da bananeira, hortaliças e outras frutíferas. O processo de compostagem para extração do ECF é considerado "um olhar diferente" sobre o principal resíduo da cacauicultura, ou seja, uma forma de agregar valor à produção, produzir um novo produto biológico, de fácil aplicação e muito rico no nutriente potássio.

10. REFERÊNCIAS

ALMEIDA, H. A. **Influência dos elementos meteorológicos no lançamento foliar, na floração e frutificação do cacaueiro (*Theobroma cacao* L.).** Orientador: Nilson Augusto Vila Nova. 1986. Dissertação (Mestrado em Agroclimatologia) - Escola Superior de Agricultura Luiz de Queiroz, Universidade de São Paulo, Piracicaba, São Paulo, 1986. 111 p.

ALVIM, P. T.; MACHADO, A. D.; GRANGIER Jr., A. Alguns estudos sobre relações de água, solo e crescimento do cacaueiro. In: CONFERÊNCIA INTERNACIONAL DE PESQUISAS EM CACAU, 2ª, 1967, Salvador. **Memórias** [...] Itabuna, Bahia, Brasil: Ceplac/Cepec, 1969. p. 316-324.

ALVIM, P. T. Cacao. In: ALVIM, P. T., KOZLOWSKI, T. T. (eds), **Ecophysiology of Tropical Crops**. London: Academic Press, 1977. p. 279-313.

ALVIM, R.; ALVIM, P. T.; LEITE, R. M. O. Injúria mecânica do vento sobre mudas de cacau recém-transplantadas, com relação ao problema do sombreamento. **Revista Theobroma**, v.8, n.4, p.117-124, 1978.

ARÉVALO, E.; RAM, A & VALLE, R.R. Integração de Práticas de Manejo no Cultivo do Cacaueiro. In: Valle, R. R. (ed.). **Ciência, Tecnologia e Manejo do Cacaueiro.** 2. ed. Brasília, DF: Mapa/Ceplac/Cepec, 2012, p. 545-595.

BISPO, E.R. et al. **Gestão moderna da cacauicultura.** Ilhéus, Bahia: Ceplac/Cenex, 2011. 26 p.

BRASIL. Serviço Nacional de Formação Profissional Rural – Senar; Comissão Executiva do Plano da Lavoura Cacaueira - CEPLAC. **Produtor de cacau.** Brasília-DF: 1981. v. 11. (CBR-Coleção Básica Rural, 18).

CHEPOTE, R. E. Efeito do composto da casca do fruto do cacau no crescimento e produção do cacaueiro. **Revista Agrotrópica,** Ilhéus, Bahia: Ceplac/Cepec, 15 (1): 1-8, 2003.

CHEPOTE, R. E.; SANTANA, S. O.; ARAUJO, Q. R.; SODRÉ, G. A.; REIS, E. L.; PACHECO, R. G.; MARROCOS, P. C. L.; SERÔDIO, M. H. DE C. F.;

VALLE, R. R. Aptidão agrícola e fertilidade de solos para a cultura do cacaueiro. In: VALLE, R. R. (ed.). **Ciência, Tecnologia e Manejo do Cacaueiro.** 2. ed. Brasília, DF: Mapa/Ceplac/Cepec, 2012. p. 67-105.

CHEPOTE, R. E. et al. Recomendações de corretivos e fertilizantes na cultura do cacaueiro no sul da Bahia. **Boletim Técnico,** Ilhéus, BA: Ceplac/Cepec. n. 203, 44 p., 2013.

CONCEIÇÃO, M.J.Produção de mudas, usos de clones e enxertia do cacaueiro. In: CICLO DE EVENTOS DO CENTRO DE EXTENSÃO DA CEPLAC PERÍODO 2005-2022. **Palestra** [...] Ilhéus, Bahia, Ceplac/Cepec, 2022.

DIAS. L. A. S. **Melhoramento Genético do Cacaueiro.** Viçosa-MG: FUNAPE/ UFV, 2001. 578 p.

HAYNES, R. J. The decomposition process: mineralization, immobilization, humus formation and degradation. In: HAYNES, R. J. (ed.). **Mineral nitrogen in the plant-soil system.** Orlando: Academic Press, 1986. p.52-176.

KIEHL, E. J. Preparo do composto na fazenda. Campinas-SP: CATI, **Revista da Casa da Agricultura,** v.3, n.3, p.6- 9, 1981

KIEHL, E. J. Fertilizantes orgânicos simples. In: KIEHL, E. J. **Fertilizantes orgânicos.** Piracicaba: Agronômica Ceres, 1985. cap.6, p.142-227

MELLO, D. L. N et al., **Experiências com Adubação Verde, Policultivos e Sistemas Agroflorestais no Litoral Sul da Bahia.** Ilhéus, Bahia: Instituto Cabruca, 2012. 54 p.

MELLO, D. L. N.; ARAUJO, N. G.; MATOS, T.; OLIVEIRA, A. S.; VIANA, T. G.; GROSS, E. Manejo do Solo, calagem e adubação orgânica. In: MELLO, D. L. N.; GROSS, E. (Org.). **Guia de Manejo do Agroecossistema Cacau Cabruca.** Ilhéus, BA: Instituto Cabruca, 2013, v. 1, p.40-52.

MELLO, D. L. N.; GROSS, E. (orgs.). **Guia de Manejo do Agroecossistema Cacau Cabruca.** Ilhéus, BA: Instituto Cabruca, 2013. 92p.

MÜLLER, M. W.; BIEHL, B. Mudanças na capacidade fotossintética de folhas de cacaueiro (*Theobroma cacao* L.) influenciadas pela intensidade de luz, durante o período de vida. In: INTERNATIONAL COCOA RESEARCH CONFERENCE, 11, **Proceedings**. Cocoa Producers Alliance, London, p.597-605, 1993.

MÜLLER, M. W.; VALLE, R. R. Ecofisiologia do cultivo do cacaueiro. In: Valle, R. R. (Ed.). **Ciência, tecnologia e manejo do cacaueiro.** Ilhéus, Bahia: Ceplac/ Cepec, 2 ed., 2012. p. 31-66.

PAIVA, A. Q.; ARAÚJO, Q.R. Fundamentos do manejo e da conservação dos solos na região produtora de cacau da Bahia. In: Valle, R. R. (ed.). **Ciência, Tecnologia e Manejo do Cacaueiro.** Brasília, DF: Ceplac/Cepec, 2. ed., 2012. p. 115-134.

QUEIROGA, V. de P.; GOMES, J. P.; MELO, B. A.; ALBUQUERQUE, e. M. B. de (Org.). **Cacau (*Theobroma cacao*, L.) orgânico sombreado: Tecnologias de plantio e produção da amêndoa fina.** 1 ed. Campina Grande: AREPB, 2021. 386 p.

RAIJ, B. Van; CANTARELA, H; QUAGGIO, J.A. & FURLANI, A.M.C. **Recomendações de adubação e calagem para o Estado de São Paulo.** 2. ed. Campinas: Instituto Agronômico, 1996. 285 p.

SANTIAGO, A.D.; ROSSETTO, R. **Adubação Orgânica**. Disponível em: http://www.agencia.cnptia.embrapa.br/gestor/cana-de açúcar/arvore/. Acesso em: Jul. 2021. CONTAG01_37_711200516717.html>. Acesso em: 10 mar. 2023.

SODRÉ, G. A. **Cultivo do cacaueiro no estado da Bahia.** Ilhéus, BA: Mapa/Ceplac/Cepec, 2016. 126 p.

SODRÉ, G. A. & MARROCOS, P.C.L. **Deficiências nutricionais e estresse no cacaueiro.** Ilhéus, BA: MAPA/Ceplac/Cepec, 3. ed. 2015. 20 p.

SODRÉ, G. A.; VENTURINI, M.T.; RIBEIRO, D.O; MARROCOS, P. C. L. Extrato da Casca do Fruto do Cacaueiro como Fertilizante Potássico no Crescimento de Mudas de Cacaueiro. **Revista Brasileira de Fruticultura**, v. 34, n. 3, p. 881-887, 2012.

SOUZA, I.C. Palestras sobre adubação do Cacaueiro. In: CICLO DE EVENTOS DO CENTRO DE EXTENSÃO DA CEPLAC PERÍODO 2005-2022. **Palestra** [...] Ilhéus, Bahia, Ceplac/Cepec, 2022.

VALLE, R.R. et al. **Ciência, Tecnologia e Manejo do Cacaueiro.** Brasília, DF: Mapa/Ceplac/Cepec, 2012. 688p.

CAPÍTULO 8

Pragas do cacaueiro nas regiões tradicionais de cultivo do Brasil

PRAGAS DO CACAUEIRO NAS REGIÕES TRADICIONAIS DE CULTIVO DO BRASIL

Jackson Emanuel Benevides Prado, Milton José da Conceição,
Jacques Hubert Charles Delabie,
José Inácio Lacerda Moura

1. INTRODUÇÃO

Nas principais regiões produtoras de cacau do Brasil, o cacaueiro é atacado por, por mais de quatro dezenas de espécies de artrópodes pragas e alguns vertebrados (ABREU et al., 1989; TREVISAN et al., 2011; TREVISAN, et al., 2012). Essa grande quantidade de organismos (incluindo ácaros e insetos), dependendo da espécie e de seus hábitos, pode danificar raízes, brotos, troncos, ramos, folhas, flores, frutos verdes e maduros, sementes e até mesmo ocasionar a morte da planta. Outros insetos também atacam as sementes de cacau armazenadas, comprometendo a qualidade do produto (NAKAYAMA; ENCARNAÇÃO, 2012).

Os organismos mencionados causam a redução da produção de cacau, provocando prejuízos econômicos significativos. O presente capítulo apresenta uma compilação e atualização das informações disponíveis sobre essas pragas, sendo grande parte do conteúdo fundamentado em publicações do Instituto de Cacau da Bahia (ICB) e da Ceplac, através dos trabalhos de: BONDAR, 1939; SILVA, 1944; ABREU, SORIA, 1979; ABREU, 1986a, 1986b; ABREU et al., 1989; TREVISAN et al., 2011, 2012; TREVISAN, et al., 2012; e SODRÉ, 2017. As Figuras que ilustram este capítulo foram extraídas do trabalho de Abreu et al. (1989) e Trevisan et al. (2012). O objetivo deste trabalho é proporcionar informações visando ao manejo integrado de pragas do cacaueiro, de maneira a subsidiar os técnicos e produtores para vencerem esse desafio.

2. PRAGAS ENTOMOLÓGICAS DANOSAS À PLANTA E À PRODUÇÃO

2.1. Principais pragas que atacam os cacaueiros na Bahia, Espírito Santo e Região Norte

Os principais insetos que atacam o cacaueiro na Bahia, Espírito Santo e na Região Norte são sumarizados no Quadro 1, sendo que para alguns deles foi dada ênfase aos danos causados, estratégias de manejo, controles cultural, químico e biológico, a fim de possibilitar aos leitores a sua identificação e adoção das medidas necessárias.

Quadro 1. Principais pragas entomológicas que afetam os cacauais brasileiros.

Classificação	Nome comum	Nome científico	Ocorrência
Acari: Eriophyidae	Ácaro da gema vegetativa do cacaueiro	*Aceria reyesi* (Nuzzaci, 1973)	Bahia, Espírito Santo e Amazônia
Acari: Tetranychidae	Ácaro vermelho ou Ácaro mexicano	*Tetranychus mexicanus* (McGregor, 1950)	Bahia e Espírito Santo
Coleoptera: Cerambycidae	Manhoso	*Steirastoma breve* (Sulzer, 1776)	Amazônia
Coleoptera: Chrysomelidae	Vaquinha	*Colapsis* spp.	Amazônia
Coleoptera: Chrysomelidae	Vaquinha	*Chrysodina* spp.	Amazônia
Coleoptera: Chrysomelidae	Vaquinha	*Ephyraea* spp.	Amazônia
Coleoptera: Chrysomelidae	Vaquinha verde	*Percolaspis ornata* (Germar,1824)	Bahia, Espírito Santo e Amazônia
Coleoptera: Chrysomelidae	Vaquinha preta	*Taimbezinhia theobromae* (Bryant, 1924)	Bahia, Espírito Santo e Amazônia
Coleoptera: Curculionidae:Molytinae	Broca do fruto do cacaueiro da Amazônia	*Conotrachelus humeropictus* Fielder, 1940	Amazônia
Coleoptera: Curculionidae:Molytinae	Carneirinho, bicudo ou gorgulho do cacaueiro	*Heilipodus clavipes* (Fabricius, 1801)	Bahia e Espírito Santo
Coleoptera: Curculionidae:Scolytinae	Escólito marrom do cafeeiro	*Xylosandrus morigerus* (Blandford, 1984).	Bahia, Espírito Santo e Amazônia
Hemiptera: Clastopteridae	Cigarrinha da almofada	*Clastoptera spp.*	Bahia, Espírito Santo e Amazônia
Hemiptera: Membacidae	Cigarrinha do ramo	*Metcalfiella pertusa* (German, 1835).	Bahia, Espírito Santo e Amazônia
Hemíptera: Membracidae	Zebrinha ou Soldadinho	*Membracis foliata* (L.,1758)	Bahia e Espírito Santo
Hemiptera: Miridae	Monalônio	*Monalonion annulipes* Signoret, 1858	Amazônia
Hemiptera: Miridae	Monalônio ou Chupança do cacau	*Monalonion bondari* (Costa Lima,1938)	Bahia e Espírito Santo
Hemiptera: Pseudococcidae	Cochonilha farinhenta	*Planococcus citri* (Risso, 1813)	Bahia e Espírito Santo
Hymenoptera: Formicidae	Quenquéns	*Acromyrmex* spp.	Bahia, Espírito Santo e Amazônia
Hymenoptera: Formicidae	Saúva da mata	*Atta cephalotes* (Linnaeus, 1758)	Bahia, Espírito Santo e Amazônia

Hymenoptera: Formicidae	Saúva-limão	*Atta sexdens* (Linnaeus, 1758)	Bahia, Espírito Santo e Amazônia
Hymenoptera: Formicidae	Formiga de enxerto	*Azteca paraensis bondari* Borgmeier, 1937	Bahia, Espírito Santo e Amazônia
Lepidoptera: Cossidae	Broca dos ramos	*Maulacra nigripennata* Dognini, 1924	Amazônia
Lepidoptera: Crambidae	Lagarta enrola-folha	*Syllepte prorogata* (Hampson, 1912)	Bahia e Espírito Santo
Lepidoptera: Depressariidae	Lagarta noturna	*Cerconota dimorpha* Duckworth, 1962	Amazônia
Lepidoptera: Depressariidae	Lagarta estenoma	*Stenoma decora* (Zeller, 1854).	Bahia, Espírito Santo e Amazônia
Lepidoptera: Limacodidae	Lagarta-tanque	*Sibine* spp.	Amazônia
Lepidoptera: Noctuidae	Lagarta	*Diopa* sp.	Amazônia
Lepidoptera: Noctuidae	Lagarta-mede-palmo ou Lagarta de compasso	*Hemeroblemma mexicana* (Guenée, 1852)	Bahia e Espírito Santo
Lepidoptera: Notodontidae	Lirimires	*Lirimiris meridionalis* (Schaus, 1904)	Amazônia
Thysanoptera: Thrypidae	Tripes do Cacaueiro	*Selenothrips rubrocinctus* (Giard, 1901)	Bahia e Espírito Santo

Outras pragas de importância que atacam os cacaueiros são as aves e roedores que causam prejuízos aos frutos, danificando ou reduzindo a qualidade das sementes. Finalmente, o cacau armazenado também pode sofrer a ação de alguns insetos.

2.2. Observações e recomendações sobre os principais insetos praga que infestam os cacauais brasileiros

2.2.1. "Ácaro da gema vegetativa do cacaueiro" *Aceria reyesi* (Nuzzaci, 1973) (Acari: Eriophyidae)

Características

O ácaro da gema vegetativa é uma importante praga do cacaueiro que vive no interior da gema onde procura refúgio, recursos alimentares e provoca elevados prejuízos ao cacaueiro. Este organismo é microscópico; os adultos medem em média 0,20 mm, variando entre 0,08 e 0,50 mm. Seus corpos são estreitos, alongados, vermiformes e sua morfologia facilita o alojamento em gemas vegetativas. Esses ácaros são de coloração amarelo-alaranjada e possuem apenas dois pares de pernas.

Foram observados pela primeira vez na Bahia, em 1979, atacando cacaueiros na zona de transição entre cacauais e pastagens (MAIA; VALVERDE, 2016). Apesar de seu histórico na região cacaueira, *A. reyesi* permanece incipientemente conhecido.

Sintomas/danos causados

Aceria reyesi se localiza nas gemas, provocando o atrofiamento da gema terminal com consequente encurtamento dos entrenós e queda de folhas. Na gema vegetativa em desenvolvimento, a herbivoria do ácaro sobre as folhas embrionárias em crescimento provoca o abortamento foliar, impede a formação de novas folhas e inibe o lançamento foliar. De modo geral, uma gema vegetativa atacada pelo ácaro apresenta-se bronzeada, enquanto uma gema sadia mostra-se esverdeada. Após invadir a gema vegetativa durante sua alimentação, o ácaro perfura as células parenquimatosas das escamas e dos primórdios foliares, usando seus estiletes mandibulares. Desse modo, as células epiteliais e parenquimatosas morrem.

Uma gema vegetativa colonizada pelo ácaro da gema mostra as escamas mais externas com coloração castanho-bronzeada, pouco desenvolvidas, enquanto internamente, o primórdio foliar apresenta-se morto e com coloração marrom ou preta. Finalmente, a planta e os ramos ficam com aspecto envassourado (Figura 1).

O prejuízo potencial do ácaro da gema sobre o cacaueiro é muito elevado. Durante inspeções fitossanitárias em fazendas, tem sido observado que na presença de recursos e condições epidemiológicas favoráveis ao ácaro da gema, em dois a cinco anos, *A. reyesi* pode desfolhar o cacaueiro ou provocar a morte da planta, em função da intensiva redução da área foliar e exaustão das suas reservas (NAKAYAMA, 2019; SANTOS et al., 2023).

Figura 1. Cacaueiro atacado com ácaro da gema, *A. reyesi*.
Fonte: Ceplac.

Quando os danos são severos, o ataque inicia com o aparecimento de folhas cloróticas, retorcidas e alongadas. Os ramos afetados emitem inúmeras gemas laterais devido à perda de dominância apical.

Evolução histórica e relação do ácaro com o cacaueiro

Esta espécie de ácaro pertence a família dos eriofídeos, desenvolve seu ciclo biológico completo (incluindo os estágios: ovo, larva, ninfa e adulto) nos cacaueiros, sendo isso facilitado pela presença constante de folhas, o que favorece sua adaptação. A reprodução é normalmente sexuada, mas nas condições tropicais tem sido observada a reprodução assexuada (MANSON; OLDFIELD, 1996).

Os ácaros eriofídeos se notabilizam por apresentar intensivas adaptações evolutivas, as quais o especializam na apropriação e exploração da planta como hospedeiro , instalando-se no interior ou sob as estruturas de órgãos tais como: bainha de folha, gema vegetativa, galha, bráctea floral e frutífera, etc., onde obtém refúgio e recurso alimentar, o que contribui para que desenvolvam várias gerações anuais (LINDQUIST; OLDFIELD, 1996).

Aceria reyesi tem o cacaueiro como único recurso hospedeiro conhecido (AMRINE; STASNY, 1994; citados por NAKAYAMA, 2019). Sua densidade populacional está diretamente relacionada com a insolação e inversamente com o aumento da umidade do ar. É provável que ocorra a relação entre a população e variáveis meteorológicas, porque chuvas intensas podem lavar os ácaros presentes na área externa das gemas ou nas folhas do cacaueiro, quando estão em fase de dispersão fora das gemas (MORAES; FLECHTMANN, 2008; citados por NAKAYAMA, 2019).

No Brasil, o ácaro da gema foi observado em primeiro lugar na Bahia, num cacaual da estação experimental da Ceplac, em Jussari (ABREU; SORIA,1979). Até o final dos anos 1990, a ocorrência de focos e surtos de ácaro na região cacaueira baiana foi circunscrita a localidades de pluviometria anual inferior a 1.400 mm, em cacauais pouco sombreados e cultivados com uso de pouca tecnologia, principalmente sem adubação. A partir do ano 2000, os focos de *A. reyesi* tornaram-se mais frequentes e os surtos mais intensos, inclusive em municípios de maior pluviometria da região litorânea.

Na Amazônia brasileira, o ácaro da gema foi observado primeiro num cacaual clonal do banco de germoplasma da estação experimental da Ceplac, no município de Ouro Preto do Oeste, Rondônia (TREVISAN et al., 2008). O ácaro também foi constatado no estado do Amazonas (SANTOS et al., 2023) e foi coletado em cacaueiro nativo na floresta em Rondônia (COSTA, 2015).

No Espírito Santo, o ácaro da gema foi observado pela primeira vez em cacaueiros clonados da estação experimental da Ceplac de Linhares (NAKAYAMA, 2013a). No Ceará foi constatado em um plantio clonal experimental, no municipio de Russas (NAKAYAMA, 2019), indicando que mudas clonais e propágulos vegetativos, tais como borbulhas e estacas, têm dispersado o ácaro da gema à longa distância. Esta hipótese está fundamentada nos seguintes pressupostos: (i) o cacaueiro é exótico nessas localidades; (ii) o cacaueiro é o único hospedeiro do ácaro da gema conhecido (AMRINE; STASNY, 1994); e (iii) os eriofídeos são ápteros e com baixa mobilidade (LINDQUIST; OLDFIELD, 1996; OLDFIELD, 1996; citados por NAKAYAMA, 2019).

Estratégias de manejo

Controle cultural

As principais medidas fitotécnicas para o controle do ácaro da gema vegetativa do cacaueiro são:

- **Práticas da correção de solo e adubação**

A correção do solo e a adubação são necessárias porque, em geral, as plantas atacadas encontram-se debilitadas. O melhor equilíbrio das condições químicas do solo potencializa o revigoramento da planta, acelerando o fluxo foliar, o crescimento da folha e, em consequência, possibilita que a folha embrionária se desenvolva com maior velocidade e escape aos danos causados pelo ácaro da gema.

- **Poda**

Em cacaueiros adultos e antigos, em geral, as plantas apresentam porte elevado, quase sempre com mais de quatro metros de altura. Para assegurar que o fluxo de gotículas da pulverização acaricida alcance as gemas vegetativas, recomenda-se a prévia redução da altura da planta por meio da poda de rebaixamento de copa. Nas plantas com altura inferior a quatro metros, recomenda-se aumentar a luminosidade da copa, mediante a poda fitossanitária e de limpeza (galhos doentes e emponteirados, frutos secos, mumificados, etc.), remoção dos ramos atacados pelo ácaro e ramos excessivos da planta, a exemplo de: chupões, palmas “chupadeiras”, ramos que crescem em direção ao centro da planta e para baixo.

- **Sombreamento**

O sombreamento provisório com bananeira (*Musa* sp.) é uma técnica que incrementa a disponibilidade e o tempo de permanência de água livre (orvalho) na superfície da folha e na gema vegetativa do cacaueiro. A água livre nas gemas vegetativas deprime as populações de ácaros eriofídeos (MORAES; FLECHTMANN, 2008).

Controle químico

Pulverização de acaricidas-inseticidas

Existe um único defensivo agrícola com uso autorizado e registrado contra ácaros no cacaueiro. Recomendam-se então os seguintes produtos que estão registrados com extensão de uso para controle de ácaros em cacaual, autorizados para o controle de outras espécies de ácaros (Agrofit/Mapa, 2022):

- Ortus 50 SC (ARYSTA LIFE SCIENCE, 2017a).

- Applaud 250 SC (ARYSTA LIFE SCIENCE, 2017b).

Estes produtos são utilizados para o controle do ácaro mexicano (*T. mexicanus*) em viveiros, ou para *A. reyesi* em ataques iniciais nos cacauais.

Dimetoato (natureza sistêmica).

Abamectina (natureza translaminar) (SANTOS et al., 2023).

Estes produtos são recomendados para situações em que ocorrem altas infestações de *A. reyesi*. Eles possuem caráter sistêmico e/ou difusão apoplástica (ação de profundidade ou translaminar) (NAKANO, 1977), e portanto, têm maior eficácia no controle, quando comparados aos acaricidas que possuem ação de contato, tal como os acaricidas inorgânicos, a exemplo do enxofre (NAKAYAMA, 2019).

Na pulverização deve-se empregar alto volume de água por hectare, sendo o fluxo (jato) da pulverização dirigido para as gemas vegetativas. Para facilitar a penetração da calda inseticida/acaricida no interior das gemas vegetativas, entre as escamas e folhas embrionárias, é de fundamental importância que seja adicionado detergente de cozinha à calda, na concentração de um litro do produto para cada 100 litros de água.

Considerando que o ácaro da gema vegetativa do cacaueiro ainda é uma praga emergente nas regiões cacaueiras do Brasil (OLIVEIRA; NAVIA, 2013), Nakayama (2019) sugere a aquisição de defensivos agrícolas com aplicação assistida, supervisionada pelo fabricante-formulador do acaricida, para atestar a validade da experimentação e evitar que o cacauicultor improvise ao adotar medidas emergenciais de controle. Este mesmo autor destaca que por questões legais, a utilização destes acaricidas sem registro para uso em cacaual só é aconselhada com o aval do fabricante-formulador. Do mesmo modo, recomenda-se a observância na qualidade da pulverização e modo de ação dos acaricidas. Isso se faz necessário, pois a gema vegetativa do cacaueiro, pela sua localização e dimensão, é um alvo difícil de ser alcançado pelas gotículas da pulverização. Estas recomendações valem principalmente para os produtos que agem exclusivamente por contato.

Com relação à segurança do trabalhador durante a pulverização de acaricidas de controle de *A. reyesi*, Nakayama (2019) enfatiza que para evitar a exposição do trabalhador à neblina da pulverização do defensivo agrícola, preservando a saúde dele, é preferível que os acaricidas-inseticidas das classes toxicológicas I e II sejam empregados somente em aplicações e pulverizações com equipamentos motomecanizados, enquanto para aplicações com pulverizadores manuais, devem ser priorizados os acaricidas das classes toxicológicas III e IV.

2.2.2. "Ácaro vermelho ou mexicano" *Tetranychus mexicanus* (McGregor, 1950) (Acari: Tetranychidae)

Características

Este ácaro mede 0,6 mm de comprimento e apresenta coloração variável de verde a pardacento-avermelhada. Localiza-se, principalmente, na parte abaxial da folha, ao longo das nervuras e produz abundante quantidade de teia.

Sintomas/Danos causados

Os sintomas do ataque podem ser caracterizados pelo aparecimento de pontuações amareladas, além de manchas descoloridas e cloróticas no limbo foliar. Estas manchas podem evoluir para uma tonalidade bronzeada (Figura 2).

As áreas lesionadas racham e secam, surgindo perfurações. Esta espécie de ácaro tem sido mais frequentemente observada em viveiros, mas também têm ocorrido ataques em cacauais adultos sem sombreamento, em regiões de transição, durante períodos pouco chuvosos.

Figura 2. Sintomas de ataque do ácaro mexicano, *Tetranychus mexicanus.*
Fonte: Ceplac.

2.2.3. "Manhoso do Cacaueiro" *Steirastoma breve* (Sulzer, 1776) (Coleoptera: *Cerambycidae*)

Conhecido popularmente por "manhoso", em virtude de jogar-se ao solo quando ameaçado, esse besouro é uma das mais sérias pragas do cacaueiro no Equador, Venezuela, Trinidad e Tobago, assim como no Suriname. No Brasil, ocorre somente nos polos cacaueiros da Amazônia, sendo que provoca sérias infestações nos estados de Rondônia e Mato Grosso.

Características

O “manhoso”, quando no estádio adulto (Figura 3), tem coloração cinza e mede cerca de 20 mm de comprimento. O macho difere da fêmea por possuir antenas maiores e a placa ventral dos segmentos abdominais mais curta.

A biologia pode diferir de um local para outro, em razão das diferenças climáticas. No estado do Pará, sob condições controladas, os parâmetros biológicos obtidos foram os seguintes: incubação de ovos de 3 a 7 dias; número médio de 80 ovos por fêmea com variação de 21 a 180 ovos; fase larval de 55 dias com intervalo de 40 a 110 dias; viabilidade larval de 82%; estádio de pupa com duração de 10 dias, variando entre 5 a 14 dias. A longevidade do inseto (de ovo até adulto) mensurada neste trabalho foi de 104 dias para os machos e 139 dias para as fêmeas.

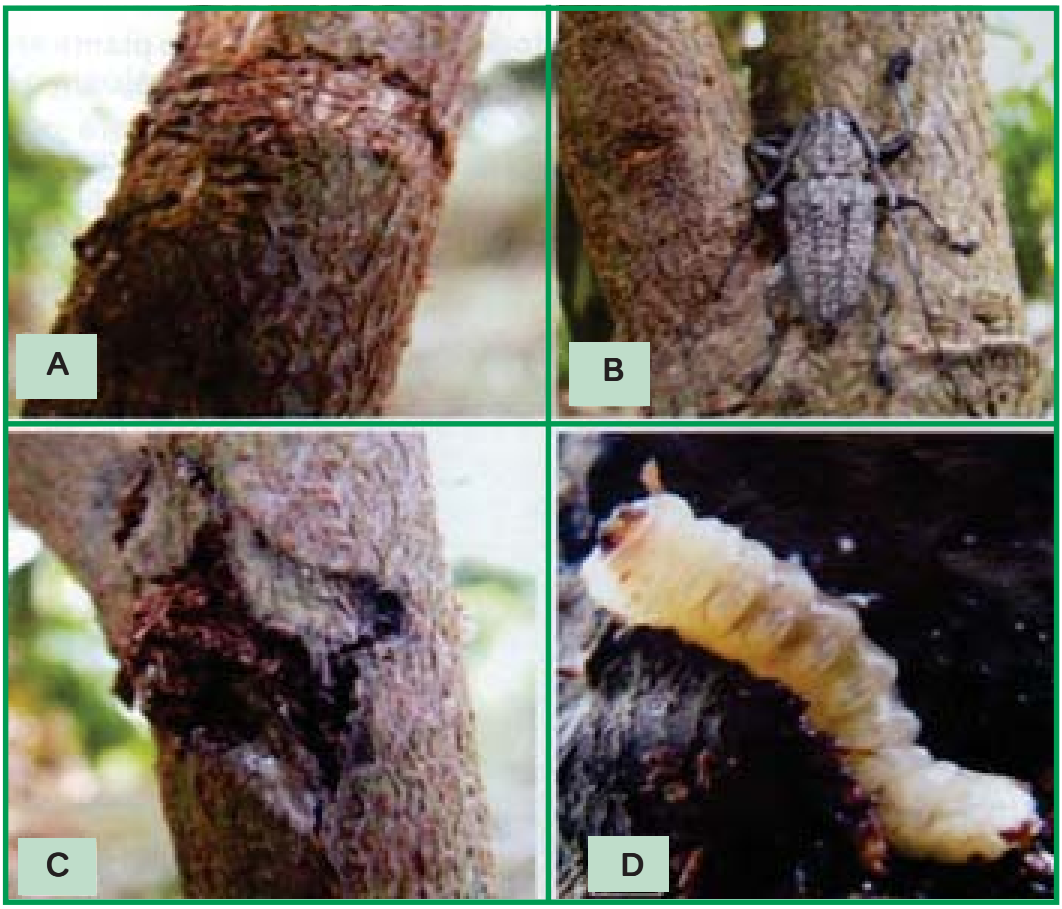


Figura 3. (A) Danos causados pelo manhoso no córtex do coleto; (B) Inseto adulto. (C) Dano externo; (D) Larva do manhoso. Fonte: Ceplac.

Danos causados

Nos primeiros estádios de desenvolvimento, a larva do "manhoso" alimenta-se entre a casca e o lenho, abrindo galerias. O aparecimento da serragem e exsudação gomosa na região afetada é uma indicação da presença do inseto (Figura 3C). Posteriormente, a larva penetra no lenho, podendo resultar na morte dos ramos de cacaueiros jovens, má formação da copa de plantas adultas ou morte do cacaueiro jovem. Plantas entre um a três anos de idade são as preferidas pelo besouro.

O ataque do manhoso é iniciado principalmente pelas regiões do coleto e bifurcação dos ramos principais. As maiores infestações da praga têm sido observadas durante o período menos chuvoso e nos plantios novos, com deficiência de sombreamento. Os adultos alimentam-se do córtex da planta, o que possibilita a entrada de agentes patogênicos.

Métodos de controle

Controle mecânico

Realizar inspeções periódicas na lavoura, visando encontrar plantas com sintomas de ataque. Estando as plantas infestadas e ainda vivas, deve-se recuperá-las, eliminando as larvas no interior do caule e/ou ramos com uma faca ou material similar. Após retirar as larvas, deve-se tratar a região lesionada com uma pasta à base de cal hidratada para evitar a penetração de fungos. Também recomenda-se a catação manual dos besouros adultos do "manhoso", eliminando a praga posteriormente. Para tanto, é preciso caminhar nas linhas de cacaueiros observando sempre a ocorrência de adultos nos caules e ramos das plantas.

Controle cultural

Os métodos culturais recomendados para o controle do "manhoso" nas condições da região amazônica se baseiam no uso de plantas armadilhas, além da queima de plantas mortas e galhos secos atacados pelo inseto. Também se recomenda a manutenção do sombreamento provisório do cacaual pelo maior tempo possível.

A planta armadilha recomendada para atrair o manhoso é o quiabeiro (*Hibiscus suculentum*), que ao desenvolver-se em período seco, atrai o "manhoso" para alimentação, acasalamento e postura. O controle deve ser realizado fazendo-se inicialmente a catação manual de insetos adultos no quiabeiro e quando as plantas estiverem com as larvas desenvolvidas, realiza-se a eliminação dessas plantas, queimando-as.

Controle químico

A decisão pelo controle químico só deverá ser tomada quando 10% dos cacaueiros apresentarem sintomas do ataque de larvas (Figura 3) e adultos (Figura 4). Para amostragem deverão ser escolhidas 100 plantas distribuídas ao acaso em quadras de cinco hectares. Recomenda-se o controle químico preventivo e curativo.

- **Controle preventivo:** no controle químico preventivo, as pulverizações deverão ser dirigidas para a região do coleto e ramos do cacaueiro, pois é o local mais frequente de pouso, alimentação e acasalamento desse inseto. Um espalhante adesivo deve ser adicionado à calda inseticida.
- **Controle curativo:** o controle químico curativo consiste no pincelamento de uma mistura de óleo vegetal com inseticida a 1 % sobre o local do ataque da larva (Figura 5). O inseticida deverá ter boa compatibilidade com óleo e boa estabilidade em madeira.

Figura 4. Coleta manual do manhoso no cacaual. Fonte: Ceplac.

Figura 5. Mistura de inseticida com óleo vegetal a 1 % para pincelamento sobre o local do ataque do "manhoso". Fonte: Ceplac.

2.2.4. "Vaquinha Verde" *Percolaspis ornata* (Germar, 1824) (Coleoptera: Chrysomelidae)

Características

O adulto atinge cerca de 4,10 a 5,0 mm de comprimento. Ele apresenta élitros verde-metálicos, cabeça e pronoto alaranjados; antenas filiformes de cor castanho-escuras, enquanto as pernas e o abdômen têm a cor castanho-claro (Figura 6). A oviposição é feita no solo e as larvas são rizófagas e polífagas. Os adultos alimentam-se das folhas novas do cacaueiro, causando rendilhamento do limbo foliar (Figura 7).

Figura 6. Adulto de *P. ornata*.
Fonte: Ceplac.

Figura 7. Folhas intactas e rendilhadas por "vaquinha verde". Fonte: Ceplac.

Danos causados

Os besouros devoram intensamente as folhas novas nos lançamentos e provocam seu "rendilhamento", principalmente nas épocas de renovação. O corte tem forma de vírgula, havendo uma correlação entre emissão foliar e densidade populacional (Figura 8). Essa espécie eventualmente danifica a casca de bilros e frutos do cacaueiro (Figura 9).

Figura 8. Danos em folhas e extremidade dos ramos por "vaquinha verde".
Fonte: Ceplac.

Figura 9. Sintomas de ataque de "vaquinha verde" em frutos.
Fonte: Ceplac.

2.2.5. "Vaquinha Preta" *Taimbezinhia theobromae* (Bryant, 1924) (Coleoptera: Chrysomelidae) Foto S. Lacau

Características

O adulto atinge de 3,6 a 3,9 mm de comprimento, apresentando pronoto e élitros com superfície brilhante. A cor é preta com reflexos metálicos variando do violáceo ao verde, sendo a cabeça castanho-escura e fosca; as antenas são filiformes (Figura 10). A oviposição é feita no solo e as larvas são rizófagas e polífagas.

Figura 10. Adulto de *T. theobromae*.

Figura 11. Sintoma de ataque de "vaquinha preta" em folhas do cacaueiro.

Danos causados

Os adultos alimentam-se das folhas da planta, destruindo praticamente todo o limbo foliar, chegando às vezes a alimentar-se da extremidade apical do ramo (Figura 11). Há uma estreita correlação entre a emissão foliar e a densidade populacional. Essa espécie também danifica a casca de bilros e frutos do cacaueiro.

Em condições de cultivo do tipo "cacau cabruca", a diversidade de espécies de vaquinhas com pequenas populações é maior, enquanto em condições de derruba total, predomina *P. ornata*, ocorrendo em maior densidade populacional.

Estratégias de manejo

Monitoramento

O monitoramento para controle das "vaquinhas verde e preta" consta de amostragens periódicas (semanais ou quinzenais) nos períodos de renovação foliar, visando detectar a presença de adultos, usando o método de choque e presença de folhas rendilhadas.

As amostragens de vaquinhas devem ser efetuadas sempre que ocorrer renovação foliar. Para determinar o ataque por vaquinhas, sugere-se subdividir a plantação em quadras de no máximo cinco hectares, uniformes quanto a intensidade de sombreamento e idade da cultura. Em cada quadra, devem-se amostrar 20 plantas, cujas folhas da renovação estejam com sintoma de ataque (folhas perfuradas).

As plantas a serem amostradas devem estar distribuídas de tal forma que se tenha a melhor representatividade da área. Deve-se estender sob a copa de cada árvore um lençol de coleta de 4 m x 4 m (Figura 12). Em seguida, aplica-se deltametrina a 0,2% (200 mL/l00 litros de água). Decorridas 2 horas após a aplicação do inseticida, faz-se a coleta das vaquinhas caídas no lençol para

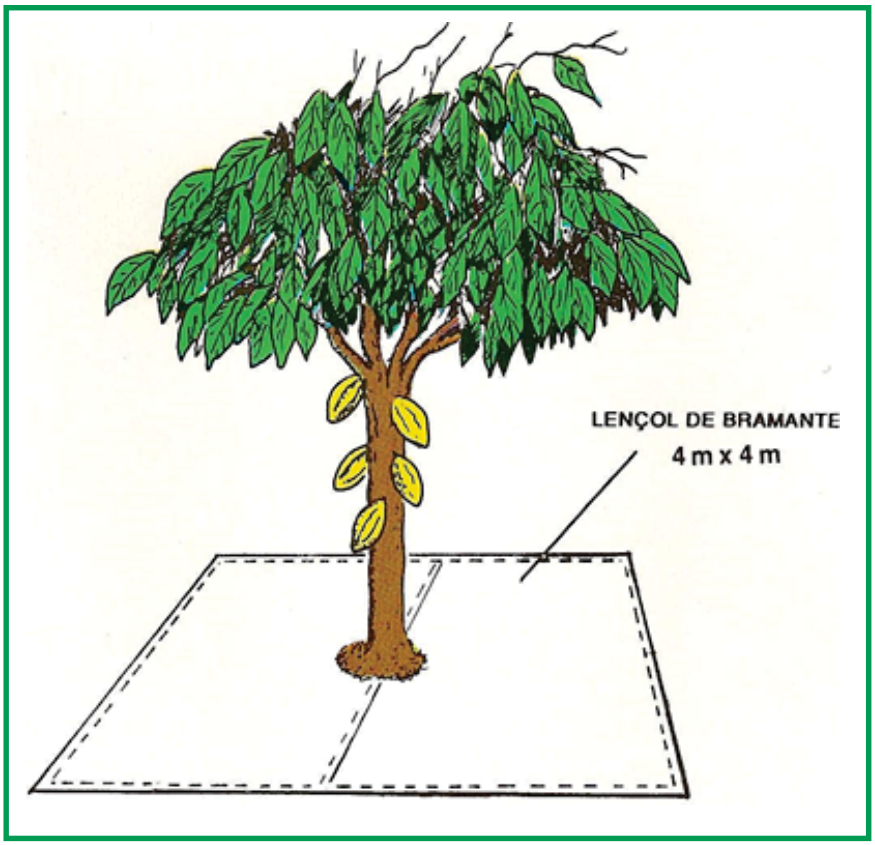


Figura 12. Esquema para amostragem de insetos pelo método de choque.
Fonte: Ceplac.

contagem. Em períodos de renovação foliar, a amostragem deverá ser repetida a intervalos de 10-15 dias. A aplicação de inseticidas (nível de controle) deve ser efetuada quando forem encontradas 10 vaquinhas em média por planta.

Controle cultural

O sombreamento adequado contribui para a redução da incidência das "vaquinhas", visto que temperaturas elevadas e baixas precipitações pluviométricas favorecem a proliferação da espécie. A roçagem das plantas invasoras também reduz a ocorrência de "vaquinhas".

Controle químico

É recomendada a pulverização com deltametrina a 0,2%, quando forem detectados em média, 10 insetos/planta, obedecendo a um intervalo de 21 dias entre as aplicações e suspendê-las tão logo seja observada a redução populacional de vaquinhas.

2.2.6. "Broca do fruto do cacaueiro da Amazonia" *Conotrachelus humeropictus* (Fiedler,1940) (Coleoptera: Curculionidae)

A "broca do fruto" do cacaueiro é considerada uma praga primária porque ocorre todos os anos, causaando danos econômicos nos frutos do cacaueiro e por alterar indiretamente as propriedades intrínsecas e extrínsecas das amêndoas do cacau, provocando sua desclassificação para comercialização. *C. humeropictus* está restrita à Região Amazônica, ocorrendo nos estados de Rondônia, Amazonas, Acre e Mato Grosso.

Características

O adulto é um besouro de coloração castanho-claro (Figura 13), medindo cerca de 9,9 mm de comprimento. Ambos os sexos apresentam cinco esternitos visíveis, quando os insetos se encontram em posição ventral. Nos machos, esta região apresenta uma depressão central e nas fêmeas, duas depressões laterais. Os machos apresentam um aparelho estridulatório na margem interna dos élitros.

Figura 13. *Conotrachelus humeropictus.*
Fonte: Ceplac.

Danos causados

A fêmea de *C. humeropictus* oviposita endofiticamente sobre os frutos do cacau. Com auxílio do rostro, faz pequenos cortes na superfície do fruto onde, em seguida, introduz o ovipositor. Em média, são depositados de um a quatro ovos no interior destes cortes. Os ovos têm uma visibilidade superior a 70% e um período embrionário que varia de quatro a seis dias. Ao eclodir, a larva dirige-se ao interior do fruto, onde passa por quatro estádios larvais que duram 25 a 35 dias. Após completar o desenvolvimento, a larva abandona o fruto e se lança ao solo. Uma vez sobre o solo, enterra-se rapidamente a uma profundidade que pode variar de cinco a 30 cm. Em seguida, constrói uma câmara, onde passa pelos estádios de pupa e adulto. Passados aproximadamente 15 dias, o adulto emerge. A longevidade dos machos é em média de 64 dias, enquanto a das fêmeas é de 105 dias (TREVISAN et al., 2012).

A larva de *C. humeropictus* destrói a mucilagem e a placenta dos frutos do cacaueiro, podendo também causar danos às amêndoas (Figura14). Os orifícios abertos pelo inseto tornam-se portas de entrada para agentes microbianos responsáveis pelo aparecimento de aroma não condizente com as especificações do produto. Além disso, o alto índice de amêndoas germinadas, decorrentes do estresse

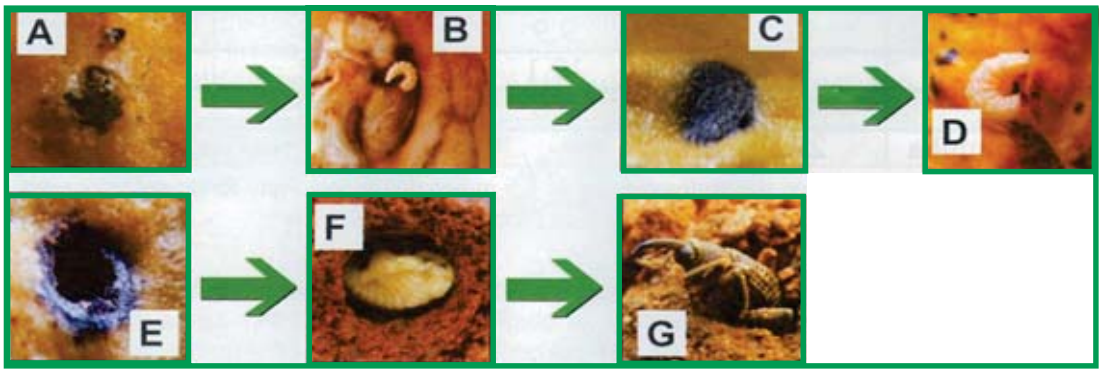


Figura 14. Ciclo biológico de *Conotrachelus humeropictus* no agrossistema cacaueiro. A. Postura, B. Larva no interior do fruto, C. Pré-saída da larva, D. Larva saindo do fruto, E. Orifício de saída da larva, F. Pupa na câmara pupal, G. Adulto emergindo da câmara. Fonte: Ceplac.

provocado pela ação de microrganismos e a oxidação no interior dos frutos, deprecia a qualidade do produto final (Figura 15). Em determinadas regiões do estado de Rondônia, o nível de dano varia entre 7 a 90%.

Os adultos de *C. humeropictus* são mais ativos durante o período noturno. As fêmeas começam a ovipositar sobre os frutos do cacau quando esses atingem dois meses de idade, aumentando a quantidade de ovos e, consequentemente, ampliando os danos até a maturação.

Estratégias de manejo

Monitoramento

Recomendam-se inspeções periódicas semanais, visando identificar frutos atacados por *C. humeropictus.* Se um expressivo número de frutos ainda verdes apresentarem sinais de postura, recomenda-se que os mesmos sejam retirados e destruídos, a fim de interromper o ciclo de vida do inseto. Frutos com sintomas iguais aos apresentados na Figura 15 indicam que as larvas estão próximas de sair do seu interior. Nesse caso, os frutos deverão ser colhidos e colocados sobre uma lona plástica para evitar que as larvas se dirijam para o solo. Por último, se houver um significativo número de frutos perfurados, há grande probabilidade de ter ocorrido uma grande emergência de indivíduos de *C. humeropictus*. Desse modo, estratégias preventivas de controle deverão ser estabelecidas.

Controle cultural

- **Colheita frequente dos frutos de cacau:** frutos de cacau que apresentarem sinais de postura (Figura15) deverão ser colhidos com frequência quinzenal para evitar que as larvas do seu interior se dirijam para o solo.

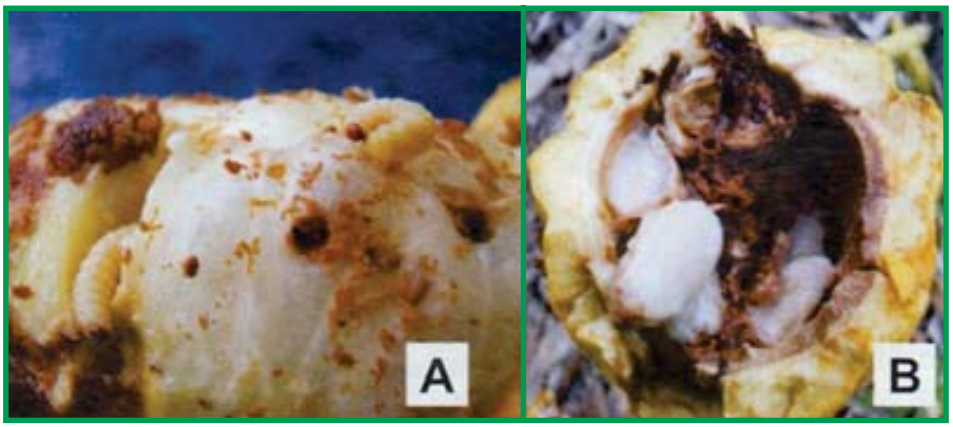


Figura 15. (A) Fruto do cacau com larvas de *Conotrachelus humeropictus*, (B) Amêndoas afetadas devido à ação de microrganismos. Fonte: Ceplac.

- **Ajuntamento dos casqueiros:** esta prática deve ser feita durante a quebra dos frutos para a retirada de sementes, a fim de evitar que as larvas de C. *humeropictus* se dirijam para o solo, recomenda-se que esta operação seja feita sobre uma lona plástica. Em seguida, recomenda-se envolver os frutos também com uma lona, para facilitar a rápida fermentação e subsequente morte das larvas de C. *humeropictus*.

De um modo geral, plantios bem conduzidos quanto à limpeza, adubação, podas de formação e manutenção, e tratamentos fitossanitários, apresentam menos problemas com pragas e doenças.

No controle cultural da broca do fruto do cacaueiro, recomendam-se as seguintes práticas: a) colheita sistemática dos frutos, tanto os verdes com furos e presos nas árvores, como aqueles caídos ao chão; b) quebra dos frutos maduros fora da área de plantio, para evitar a concentração de cascas e resíduos dos frutos contendo inúmeras larvas no casqueiro (essas se desenvolvem no solo); c) colocação de todo o resíduo (cascas, frutos verdes com furos) em valas de 3 m de profundidade, onde ocorrerá a fermentação do material em decomposição que eliminará as larvas.

A quebra dos frutos deve ser feita em cima de um encerado ou lona plástica, a fim que as larvas não tenham a possibilidade de se enterrar no solo. Não devem ser realizados plantios de cacaueiros próximos ás áreas onde existam plantações abandonadas ou mal conduzidas. Trevisan (1989) teve sucesso em reduzir a incidência da praga num cacaual com alta intensidade de infestação, em Rondônia, construindo aceiros entre a mata e o plantio, diminuindo o sombreamento, quebrando os frutos fora da área de plantio e adotando poda de formação e condução do cacaueiro.

Controle biológico

Estudos conduzidos pela Ceplac revelaram que os fungos entomopatógenos *Metarhiziun anisopliae* (Metsch) Sorok. e *Beauveria bassiana* (Bals.) (Figura16),

Figura 16. Fungo entomopatógeno *Beauveria bassiana* em *C. humeropictus*. Fonte: Ceplac.

quando pulverizados na superfície do solo sob forma de conídios, apresentaram boa perspectiva de controle de *C. homeropictus*, tornando os insetos mais vulneráveis. Quando as larvas se jogam no solo para empuparem, ficam sujeitas à ação de microrganismos patogênicos e também de predadores, tais como, formigas, besouros e aranhas, o que pode reduzir a população de indivíduos emergentes.

Controle químico

Pulverizações de forma generalizada com inseticidas em todas as partes do cacaueiro (além dos frutos), visando atingir os adultos de *C. humeropictus,* têm se mostrado ineficientes.

Os aspectos biológicos e comportamentais desse inseto contribuem para a baixa efetividade dos defensivos, pois parte do ciclo biológico acontece no interior do fruto (larva), enquanto a outra parte ocorre dentro do solo (pupa e pré-adulto).

Desse modo, conclui-se que inseticidas, quando veiculados de forma seletiva sobre os frutos do cacaueiro, darão resultados mais significativos do que pulverizações generalizadas.

Neste tipo de controle, o defensivo é dirigido apenas para o alvo biológico, os frutos de cacau, a fim de evitar a oviposição das fêmeas. O sucesso dessa tática de controle dependerá da estabilidade do inseticida, intervalo de aplicação, porte baixo dos cacaueiros e conhecimento da bioecologia da praga. O emprego adequado dessas informações trará como benefícios, a redução de gastos com inseticidas, diminuição de danos à biota benéfica que vive no agrossistema cacaueiro e menor risco de contaminação do operador.

2.2.7. "Carneirinho", "Bicudo" ou "Gorgulho do Cacaueiro" *Heilipodus clavipes* (Fabricius, 1801) (Coleoptera: Curculionidae)

Este inseto foi observado em cacaueiros na Bahia de 1946 a 1978. No entanto, nos meses de agosto e setembro de 2004 foram diagnosticados surtos populacionais em áreas de cacaueiros clonados nos municípios de Uruçuca e Ilhéus com ataques severos e concentrados, causando perdas de até 80% de frutos jovens.

Características

O adulto atinge cerca de 10 mm de comprimento, apresentando coloração marrom-escura salpicada de pontos brancos, tendo como característica a presença de uma faixa simétrica esbranquiçada, que corta transversalmente os élitros na sua porção distal (Figura 17).

Outra particularidade desta família de besouros é a presença de um prolongamento cefálico em forma de tromba. Ele tem pouca agilidade para voar, sendo praticamente inativo durante o dia. Ao sentir-se ameaçado ou tocado, finge-se de morto, refugiando-se geralmente em orifícios perfurados nos próprios frutos, em rachaduras do tronco ou no solo.

Figura 17 - Adulto de *Heilipodes clavipes.* Fonte: Ceplac. .

Figura 18 - Sintoma de ataque de *Heilipodes clavipes* em frutos de cacaueiro. . Fonte: Ceplac.

Danos causados

No estágio adulto, o “carneirinho” alimenta-se dos bilros e também dos frutos mais desenvolvidos do cacaueiro, fazendo orifícios por toda a extensão da casca, mas sem afetar as sementes. Os tecidos em volta das perfurações dessecam, ficando necrosados posteriormente (Figura 18). A maioria dos bilros atacados aborta.

O besouro também rói o córtex dos brotos terminais, provocando seu ressecamento e prejudicando o desenvolvimento vegetativo do cacaueiro. Os danos podem induzir a morte de toda a ramificação, não se restringindo somente ao local do ataque.

O aspecto geral das plantas atacadas é característico, apresentando numerosas "vassouras" com rebentos secos no fundo verde das copas. Trata-se de uma praga que exige cuidados especiais, pois só ataca à noite e um único adulto pode danificar várias plantas neste período.

Estratégias de manejo

Monitoramento

Inspeção quinzenal da área cultivada, a fim de verificar sintomas de ataque, principalmente em bilros e frutos.

Controle químico

O inseticida deltametrina a 0,2% (200 ml/100 litros de água) é recomendado para o controle do "carneirinho". Devem ser realizadas pulverizações sucessivas no intervalo de 21 dias entre as aplicações, tendo o cuidado de suspendê-las tão logo seja diagnosticada a redução populacional dos insetos-praga.

Devido ao *Heilipodus* ter hábito crepuscular e noturno, as pulverizações deverão ser efetuadas preferencialmente ao entardecer ou pela manhã, antes das 7:30 horas.

2.2.8. "Escólito Marrom do Cafeeiro" *Xylosandrus morigerus* (Blandford, 1984). (Coleoptera: Curculionidae, Scolytinae)

Características

O "escólito marrom" possui insetos com aproximadamente 2 mm de comprimento e apresenta coloração castanho-avermelhada (Figuras 19 e 20). O desenvolvimento de ovo a pupa é de aproximadamente 21 dias; a longevidade das fêmeas dura em torno de 35 dias.

Danos causados

O inseto abre orifícios na região central do caule da muda do cacaueiro, destruindo a medula onde as fêmeas depositam os ovos. Inicialmente as folhas ficam amareladas com posterior morte da muda.

Os sintomas de ataque se caracterizam pela presença de galerias circulares e, externamente, pela existência de orifícios com exsudação esbranquiçada. Cortes longitudinais nestas regiões do caule mostram a presença de dois orifícios e necrose dos tecidos, devido à presença dos fungos *Fusarium* sp. e *Lasiodiplodia theobromae* (Figuras 21 e 22).

Figura 19 - Vista lateral do adulto de *Xylosandrus morigerus*. Fonte: Ceplac.

Figura 20 - Vista dorsal do adulto de *Xylosandrus. morigerus*. Fonte: Ceplac.

Figura 21- Sintoma de ataque de *Xylosandrus morigerus* (corte longitudinal). Fonte: Ceplac.

Figura 22- Sintoma de ataque de *Xylosandrus morigerus* (corte transversal). Fonte: Ceplac.

O "escólito marrom" ataca plantas adultas e mudas recém-transplantadas, sendo mais frequentes em cacauais plantados em solos pobres e ácidos com manejo nutricional inadequado. O déficit hídrico é o principal fator que favorece o ataque e colonização da planta pelo inseto. Sua ocorrência é sempre indicativa de manejo inadequado do cultivo ou condições ambientais adversas.

Estratégias de manejo

Monitoramento

O monitoramento é feito através de inspeções periódicas (semanais ou quinzenais) visando detectar a presença de mudas e ramos atacados pela broca, amostrando-se preferencialmente os ramos chupões.

Controle cultural

Na realização deste controle faz-se o diagnóstico das causas primárias (déficit hídrico, adubação inadequada e outros) que estejam induzindo a debilitação da planta, a fim de corrigi-las. Uma das medidas é a realização da poda de limpeza e eliminação das plantas atacadas.

Controle químico

Nos períodos de surtos da praga, realizar pulverizações localizadas com Deltametrina 0,2%, em intervalos de 15 dias entre sucessivas aplicações. O controle deve ser suspenso tão logo seja diagnosticada a redução populacional e/ou diminuição do ataque do inseto.

2.2.9. "Cigarrinha da Almofada" *Clastoptera* sp. (Hemiptera: Glastopiteridae)

Descrição

Esta cigarrinha localiza-se na almofada floral, sendo protegida por espuma viscosa e esbranquiçada. Ela provoca o atrofiamento dos ramos do cacaueiro (Figuras 23, 24, 25 e 26).

Figura 23. *Clastoptera* sp. (adulto) Vista dorsal. Fonte: Ceplac.

Figura 24. *Clastoptera* sp. Vista ventral. Fonte: Ceplac.

Figura 25. *Clastoptera* sp. Vista lateral. Fonte: Ceplac.

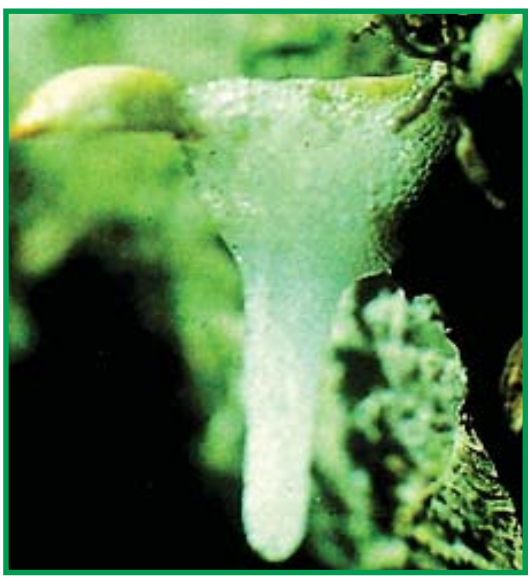


Figura 26. Espuma da cigarrinha da almofada floral. Fonte: Ceplac/Cepec.

2.2.10. "Cigarrinha do Ramo" *Metcalfiella pertusum* (German, 1835) (Hemiptera: Membracidae)

Características

O adulto atinge cerca de 10 mm de comprimento, apresentando coloração amarela esverdeada. Seu pronoto é expandido para trás, atingindo o terço apical do abdome e dotado de espinhos dorso-laterais à altura do primeiro par de pernas (Figura 27).

As ninfas são esbranquiçadas e vivem em colônias com os adultos, próximas aos locais das posturas, cobrindo parte do galho e frutos (Figura 28).

Figura 27. Adultos de *Hoplophorion pertusum*.
Fonte: Ceplac.

Figura 28. Ninfas de *Hoplophorion pertusum no* fruto.
Fonte: Ceplac.

Danos causados

As "cigarrinhas do ramo" sugam a seiva através de pequenas incisões, provocando decorticação, hipertrofia e emponteiramento dos ramos. Quando o ataque é intenso e aliado a altas densidades populacionais, podem causar a morte do ramo (Figura 29). As fêmeas fazem incisões com o ovipositor na casca dos ramos tenros, onde depositam os ovos, o que pode facilitar a ocorrência de enfermidades causadas por agentes fitopatogênicos.

Estratégias de manejo

Monitoramento

Inspeções periódicas (semanais ou quinzenais) visando detectar a presença de adultos, ninfas e ramos lesionados.

Figura 29. Adultos e ninfas sugando o ramo. Fonte: Ceplac.

Controle cultural

O sombreamento adequado contribui para a redução da incidência da "cigarrinha do ramo", visto que temperaturas elevadas e baixas precipitações pluviométricas favorecem a proliferação da espécie. É imprescindível que sejam efetuadas podas de limpeza para eliminação de ramos debilitados ou com evidência de ataques.

Controle químico

Aplicação do inseticida deltametrina a 0,2%, (200 ml/100 litros de água), quando houver alta infestação de ninfas, uma vez que, ao contrário dos adultos, elas vivem agregadas e não se movimentam. Recomendam-se pulverizações do inseticida com intervalos de 21 dias entre sucessivas aplicações, tendo o cuidado de suspendê-las tão logo seja diagnosticada a redução populacional dos insetos-praga.

2.2.11. "Zebrinha" ou "Soldadinho" *Membracis foliata* (L.1758) (Hemiptera:Membracidae)

A "zebrinha" apresenta oviposição endofítica, depositando os ovos nos tecidos do caule do cacaueiro, na região de inserção dos pecíolos das folhas, onde se localizam as colônias de ninfas (Figuras 30 e 31).

Figura 30 - Adultos de *Membracis foliata.* Fonte: Ceplac.

Figura 31 - Ninfas de *Membracis foliata.* Fonte: Ceplac.

2.2.12. "Monalônio" ou "Chupança-do-cacau" *Monalonion bondari* (Costa Lima,1938) e *Monalonion annulipes* Signoret, 1858 (Hemíptera Miridae)

O *Monalonion bondari* (Costa-Lima,1938) é uma praga de importância econômica pelos danos que causa no cacaueiro nos estados da Bahia e Espírito Santo, ao passo que o *Monalonion annulipes* Signoret, 1858 (Hemíptera: Miridae) é reconhecido por causar os mesmos tipos de danos nos cacaueiros da Região Amazônica.

Características

Os percevejos do gênero *Monalonion*, conhecidos pelo nome de chupança, medem cerca de 7 mm de comprimento quando adultos. O macho apresenta antenas negras, cabeça e tórax de coloração amarelo-alaranjados, com manchas amareladas nas asas e parte do abdômen avermelhado (Figura 32). As ninfas têm corpo mole, cor alaranjada com faixas vermelhas e tamanhos variáveis, dependendo do estádio de desenvolvimento (Figura 33). Os adultos têm longevidade de 17 a 21 dias (MAIA; VALVERDE, 2016).

O *Monalonion annulipes* (Figura 34 A e Figura 34B) possui o primeiro e segundo pares de pernas claras e as pernas posteriores escuras, com uma mancha clara no fêmur, caráter que permite distingui-lo de outros mirídeos do mesmo gênero. O ciclo de vida é de 13 a 20 dias (TREVISAN et al., 2012).

Danos causados

As ninfas e adultos atacam frutos e brotos do cacaueiro, sugando a seiva que lhes serve de alimento. Quando o ataque é intenso, a parte terminal dos ramos (lançamentos) seca, apresentando folhas com sintoma de "queima" em frutos de todos os estádios, com formação de pústulas ou "bexigas", devido à injeção de

Figura 32 - Adulto de *M. bondari.* Fonte: Ceplac.

Figura 33 - Ninfa de *M. bondari.* Fonte: Ceplac.

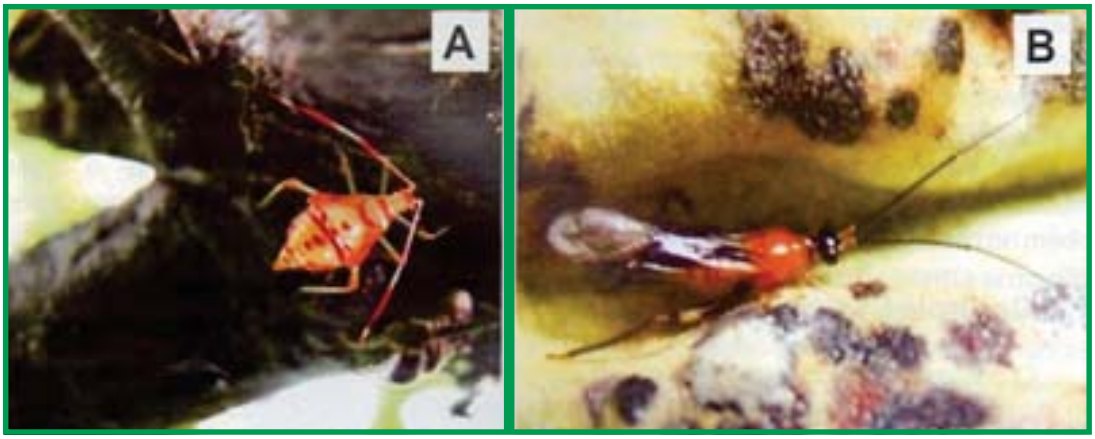


Figura 34. (A) Ninfa e (B) Adulto de *Monalonion annulipes.* Fonte: Ceplac.

toxinas ao se alimentar (Figuras 35 e 36) (ABREU, 1977). O ataque nos frutos com oito ou mais centímetros de diâmetro não afeta as sementes. Bilros e frutos menores apodrecem. A perda de bilros e da área foliar da planta provoca redução na produção (NAKAYAMA; ENCARNAÇÃO, 2012).

Os danos causados por *Monalonion annulipes* podem ainda favorecer a contaminação dos frutos por fungos dos gêneros *Colletotrichum* e *Fusarium*. Além destes, *Botryodiplodia theobromae* e *Phomopsis folliculicolla* foram observados em associação com *M. annulipes* em plantios de cacau em Rondônia (TREVISAN et al., 2012).

Os principais fatores que favorecem a sobrevivência e o crescimento do *Monalonion* são: presença de frutos e brotações novas (locais de oviposição e alimentação), umidade relativa alta e temperatura em torno de 28°C. A espécie é mais frequente em plantações a pleno sol.

Figura 35. Frutos atacados por *Monalonion annulipes.* Fonte: Ceplac.

Figura 36. Sintoma de ataque severo nos frutos por *M. bondari.* Fonte: Ceplac.

Estratégias de manejo

Monitoramento

Devem ser realizadas amostragens periódicas, principalmente nos períodos de lançamento de folhas e de maior bilração, para se definir a necessidade de iniciar o controle. Sugere-se subdividir o cacaual em quadras de cinco hectares, que sejam uniformes quanto ao sombreamento e a idade, a fim de amostrar 20 plantas por quadra e examinar cinco frutos por planta.

A presença de pelo menos um fruto com ninfas e/ou adultos caracteriza a área-foco, situação que demanda a imediata aplicação de inseticida. Como estes insetos habitualmente ocorrem em áreas-foco ou reboleiras, o controle deve se restringir a essas áreas. O intervalo entre duas amostragens deve ser de 15 dias, no máximo (MAIA; VALVERDE, 2016; NAKAYAMA; ENCARNAÇÃO, 2012).

Controle cultural

O sombreamento adequado contribui para a redução da incidência da praga, enquanto áreas de cacau a pleno sol, temperaturas elevadas e baixas precipitações pluviométricas favorecem a proliferação da praga. Recomenda-se o emprego de práticas culturais convencionais, principalmente no plantio de árvores de sombra nas áreas com deficiência. Em Rondônia, o *Monalonion annulipes* tem também como hospedeiros as culturas do cupuaçuzeiro, cajueiro, bananeira, goiabeira e mangueira. O conhecimento disso visa auxiliar no manejo da praga em diferentes agrossistemas (TREVISAN et al., 2012).

Controle químico

Recomenda-se pulverização com deltametrina a 0,2% somente nas áreas-foco, em intervalos de 21 dias entre sucessivas aplicações. As aplicações devem ser suspensas tão logo seja diagnosticada a redução populacional.

Controle biológico

Na Amazônia e na Bahia, a formiga vermelha (*Ectatomma tuberculatum*, Figura 37A) faz controle do monalônio na planta em que se estabelece e também nas plantas próximas, quando possuem ramos encostados à planta com o ninho. A formiga é uma importante predadora de insetos e nos cacauais faz seu ninho no solo, tendo o orifício de saída em forma de uma chaminé fixa na base do tronco do cacaueiro (DELABIE, 1990). A chaminé é confeccionada com detritos e solo fixado na base do tronco do cacaueiro, medindo 10 a 40 cm de altura. O percevejo vermelho (*Ricolla quadrispinosa*, Figura 37B) é também conhecido como eficiente predador do monalônio na Amazônia.

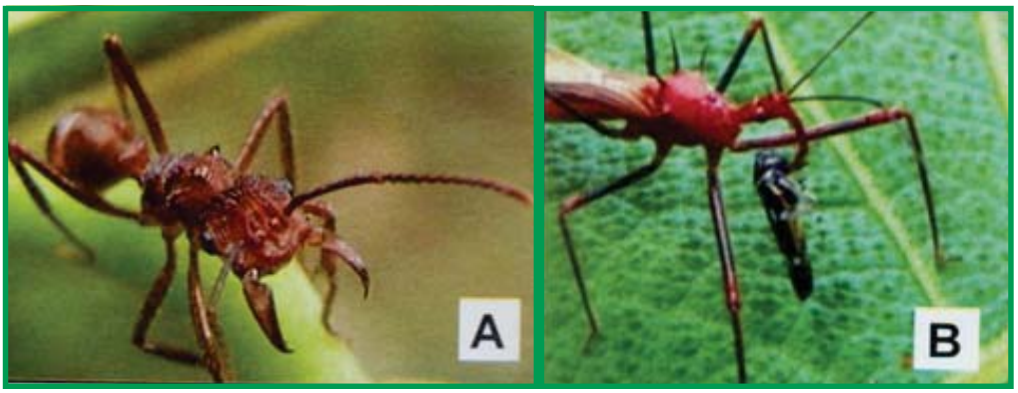


Figura 37. Predadores de *M. annulipes*: (A) Formiga *Ectatomma tuberculatum.* (B) Percevejo *Ricolla quadrispinosa.* Fonte: Ceplac.

2.2.13. "Cochonilha Farinhenta" *Planococcus citri* (Risso, 1813) (Hemíptera: Pseudococcidae)

Descrição

As "cochonilhas farinhentas" medem até 3,5 milímetros, possuem coloração branca-avermelhada, sugam a seiva da planta, enquanto a sua associação com o fungo *Capnodium* sp. que forma a fumagina (impregnação de uma camada fúngica escura sobre as folhas) e se alimenta de substâncias açucaradas produzidas pelas cochonilhas, diminui a capacidade fotossintética, a respiração e a transpiração do cacaueiro. Elas se localizam, preferencialmente, nos renovos e frutos verdes, vivendo em mutualismo com a formiga "pixixica" *Wasmannia auropunctata* (Figuras 38 e 39) (DELABIE, 1990; DELABIE et al., 1994). Estima-se que a proliferação dessas cochonilhas nos frutos de cacau provoca redução de cerca de 7% em peso de amêndoas (DELABIE; MAURICIO, 1991).

Figura 38. *Planococcus citri.* Fonte: Ceplac.

Figura 39. Formiga "pixixica" (*Wasmannia auropunctata*). Fonte: Ceplac.

2.2.14. "Formigas Cortadeiras" *Acromyrmex* spp. e *Atta* spp. (Hymenoptera: Formicidae: Myrmicinae)

As formigas cortadeiras (saúvas e quenquéns) integram outro grupo de insetos, não menos importante, que também ataca o cacaueiro, causando danos econômicos durante o ano todo. Esses danos podem ser consideráveis quando o plantio é recente, mas são negligenciáveis quando a plantação já é formada (DELABIE, 1990).

As principais espécies de saúvas que podem danificar o cacaueiro são a "saúva da mata" (*Atta cephalotes*) (Figura 40) e a "saúva da mandioca" (*Atta sexdens*) (Figura 41). A saúva da mata é a mais beneficiada pelo agrossistema cacaueiro, onde os solos são mais úmidos e, frequentemente, sujeitos à inundação. Esta espécie não tem predileção particular pelo cacaueiro, mas pode causar danos consideráveis, principalmente quando ataca plantas novas (Figura 42) (ABREU; DELABIE, 1986).

A saúva da mata é típica de áreas onde a vegetação é menos densa, arbustiva ou em plantio de mandioca, construindo ninhos em terrenos bem drenados.

Figura 40. ***Atta cephalotes.***
Fonte: Ceplac.

Figura 41. ***Atta sexdens.***
Fonte: Ceplac.

Figura 42. Danos causados pela saúva da mata.
Fonte: Ceplac.

As formigas "quenquéns" pertencem ao gênero *Acromyrmex*. Essas formigas apresentam aspectos, hábitos e organização social semelhantes aos das saúvas, embora apresentem tamanho e populações menores, e seus ninhos tenham localização diversificada (Figuras 43 a 45).

As quenquéns, além de cortarem as lâminas das folhas e brotos, removem também flores e até roem a casca de frutos do cacaueiro (Figura 43) (DELABIE, 1990). Os ninhos são construídos na superfície do solo e cobertos por detritos vegetais. Podem também estar localizados entre raízes tabulares de árvores de sombra ou mesmo em troncos caídos (Figura 45).

Figura 43. *Acromyrmex rugosus.* Fonte: Ceplac.

Figura 44. Ataque de *Acromyrmex brunneus.* Fonte: Ceplac.

Figura 45. Ninho de *A. brunneus.* Fonte: Ceplac.

Controle de saúvas, quenquéns e pixixicas

O controle químico de saúvas e quenquéns deve ser conduzido seguindo algumas orientações gerais: **1)** Localizar o ninho ou murundu (monte de terra solta ou de detritos vegetais); **2)** Identificar a espécie de formiga a ser controlada; **3)** Dimensionar o tamanho do formigueiro, estimando a área dos murundus (terra solta) com passadas largas incluindo a posição onde se encontram os olheiros adjacentes (saúvas) ou de detritos (quenquém); **4)** Um dia antes da aplicação, identificar os olheiros mais ativos e livrá-los da terra solta (saúvas) ou fazer limpeza em torno dos ninhos de quenquém e pixixica; **5)** Quantificar o inseticida em função do tamanho do formigueiro; **6)** Os inseticidas iscas granulados (saúvas e quenquéns) devem ser aplicados diretamente da embalagem, sem contato manual e em uma única operação, ao lado das pistas e dos olheiros de maior atividade, geralmente ao entardecer. Evitar aplicar em dias chuvosos e horários de alta umidade relativa.

Estratégias de manejo

a) Época seca: usar iscas inseticidas à base de sulfuramida (Mirex-S) e diflubenzuron (Formilin). Colocar as iscas ao lado das pistas, que as formigas irão levar para dentro do formigueiro.

b) Época chuvosa: usar isca inseticida e empregar porta-isca.

Para formigueiros grandes de Atta, recomenda-se a termonebulização. Utilizar deltametrina (50 ml de Decis 25 CE /litro de óleo de soja ou óleo diesel). Empregar termonebulizador ou adaptar pulverizador costal motorizado para termonebulização.

Observação: a forma de ação do tipo de isca formicida é por ingestão. Em cerca de 48 horas, as atividades de corte do formigueiro serão paralisadas, porque as formigas cortadeiras carregadeiras espalham o produto por toda a colônia, até nas câmaras do ninho mais profundas.

O produto então é incorporado ao jardim do fungo do qual elas se alimentam e acabam disseminando pela colônia. As operárias jardineiras começam a morrer, abandonando os cuidados ao fungo, que fica impróprio para alimentação, desorganizando o formigueiro e matando-as de fome, inclusive a rainha.

Métodos alternativos podem também ser usados, a exemplo do plantio de plantas armadilhas, como mencionadas a seguir: gergelim, capim braquiarão, mamona, batata-doce e outras, que podem apresentar efeitos tóxicos ou repelirem as formigas cortadeiras.

Esses cultivos podem ser plantados na borda das culturas principais, podendo servir também de alimento alternativo. A aração e gradagem do solo também são considerados métodos de controle cultural das formigas.

2.2.15. "Formiga de Enxerto" *Azteca paraensis bondari* (Hymenoptera: Formicidae: Dolichoderinae)

Características

Essa formiga vive em ninhos construídos na copa do cacaueiro e em outras árvores onde constrói o "jardim de formiga" (Figura 46). Ela é também conhecida vulgarmente como "formiga de mangue" e "formiga-jardineira", causando danos diretos e indiretos ao cacaueiro.

Os danos diretos são causados pela destruição de ramos terminais, dos quais as formigas obtêm substância gomosa utilizada na construção dos seus ninhos. Como consequência, a planta emite novos lançamentos que são também danificados, induzindo a má formação da planta com ramos apresentando aspecto envassourado.

Além disso, a ação continua da formiga sobre os ramos terminais enfraquece a planta, que perde lentamente o seu sistema foliar e acaba por se esgotar e sucumbir. A habitual ocorrência de marimbondos que se instalam próximos aos ninhos, dificulta as operações de colheita e limpeza (DELABIE, 1990).

Figura 46. Ninho de formiga de enxerto, *Azteca paraensis bondari.* Fonte: Ceplac.

Observação: a formiga de enxerto foi uma praga de importância na região cacaueira do sul da Bahia. No entanto, o uso continuado de práticas agrícolas (poda, retirada de sombra, manejo de outras pragas e retirada de vassouras de bruxa) contribuiu para que essa formiga não seja mais considerada como praga de grande importância econômica, já que seu controle é considerado fácil. Recomenda-se uma vigilância continua nas plantações, para a adoção de medidas de controle.

2.2.16. Lagarta "Enrola-folha" *Syllepte prorogata* (Hampson, 1912). (Lepidoptera: Crambidae)

Descrição

Alimenta-se das folhas novas do cacaueiro que ficam enroladas ou justapostas, ocorrendo com frequência em mudas enviveiradas (Figuras 47 a 49).

Figura 47. Adulto de *S. prorogata.* Fonte: Ceplac.

Figura 48. Larva de *S. prorogata.* Fonte: Ceplac.

Figura 49. Danos foliares causados por *S. prorogata.* Fonte: Ceplac.

2.2.17. Lagarta "Estenoma" *Stenoma decora* (Zeller, 1854) (Lepidoptera: Oecophoridae)

Características

Os adultos possuem 25 mm de envergadura, coloração branco-amarelada com desenhos castanhos nas asas (Figura 50). As lagartas atingem até 6 mm de comprimento (Figura 51).

Figura 50. Adulto de *Stenoma decora*.

Figura 51. Larva de *Stenoma decora*.

Danos causados

O ataque de *S. decora* se caracteriza pelo anelamento dos ramos e troncos do cacaueiro, e o broqueamento dos frutos, ramos e troncos, principalmente nas bifurcações (Figuras 52 e 53). A área de abertura das galerias é protegida por uma cobertura de fezes e fios de seda.

Quando o ataque é intenso, a copa pode secar inteiramente, causando a morte da planta. Temperaturas elevadas e baixas precipitações pluviométricas, aliadas à deficiência de sombreamento, favorecem a proliferação da praga. Nos períodos chuvosos, observam-se muitas galerias inundadas, reduzindo a intensidade de ataque.

Figura 52. Ataque de "estenoma" no tronco.
Fonte: Ceplac.

Figura 53. Ataque de "estenoma" no fruto.
Fonte: Ceplac.

Estratégias de manejo

Monitoramento

Realizar inspeções no cacaual, adotando maior frequência nos períodos secos e em plantios pouco sombreados, visando detectar a presença de fezes, larvas ou adultos.

Controle cultural

Realizar a correção do sombreamento, a fim de contribuir para a redução da incidência da praga.

Controle químico

Pulverização com deltametrina 0,2% somente nas áreas infestadas, durante o período de surto.

2.2.18."Lagarta-mede-palmo ou Lagarta de compasso" *Hemeroblemma mexicana* (Guenée, 1852) (Lepidoptera: Noctuidae)

Descrição

O adulto da lagarta de compasso é uma mariposa de 45 a 55 mm de envergadura. As asas são de cor marrom-escura com faixa branca transversal (Figura 54).

As lagartas têm coloração castanho-claro a escura e se locomovem como se fossem medindo palmo (Figura 55). Quando pequenas, raspam os bilros e alimentam-se de folhas tenras; quando maiores, perfuram os bilros e frutos grandes, fazendo cavidades que podem atingir as amêndoas. Os bilros que evoluem resultam em frutos deformados (Figura 56).

Figura 54. Adulto de *H. mexicana.*
Fonte: Ceplac.

Figura 55. Larva de *H. mexicana.*
Fonte: Ceplac.

Figura 56. Danos nos frutos.
Fonte: Ceplac.

2.2.19. "Tripes do Cacaueiro" *Selenothrips rubrocinctus* (Giard, 1901) (Thysanoptera: Thrypidae)

Os tripes são pragas frequentes e podem causar muitos prejuízos aos cacaueiros na Bahia e no Espírito Santo.

Características

O adulto atinge até 1,4 mm, possuindo coloração preta a castanho-escura (Figura 57). Em geral, a ninfa é de cor amarelo-pálida com uma "cinta" vermelha nos dois primeiros segmentos abdominais. O último segmento abdominal é curvado, laureado com seis longos pelos escuros, onde carregam pequenas gotas de excrementos (Figura 58).

Figura 57. Adulto de *S. rubrocinctus.*
Fonte: Ceplac.

Figura 58. Ninfa de *S. rubrocinctus.*
Fonte: Ceplac.

Danos causados

Emponteiramento dos ramos e ferrugem nos frutos (o ramo permanece vivo).

O tripes possui hábito alimentar raspador-sugador, vive em colônias na face abaxial das folhas, preferindo aquelas parcialmente maduras ou na superfície dos frutos. Inicialmente as folhas atacadas apresentam manchas cloróticas, que posteriormente tornam-se necrosadas (Figura 59). Quando o ataque é intenso, provoca a desfolhação parcial ou total do cacaueiro, originando o fenômeno vulgarmente denominado de "emponteiramento".

Quando ocorre em frutos, provoca a "ferrugem", que prejudica a qualidade do produto final (Figura 60) (SILVA, 1964). O ciclo de vida de ovo a adulto se situa em torno de 30 dias e a longevidade é de aproximadamente um mês com o máximo de 46 dias para as fêmeas, e 39 dias para os machos.

Os surtos populacionais estão diretamente ligados à deficiência ou ausência de sombreamento, estiagem prolongada e a presença de folhas parcialmente maduras.

Figura 59. Clorose e necrose da folha atacada por tripes. Fonte: Ceplac.

Figura 60. "Ferrugem" do fruto causado por tripes. Fonte: Ceplac.

Estratégias de manejo

Monitoramento

Recomendam-se amostragens quinzenais, nos períodos de lançamento e de maior bilração/frutificação, em 20 plantas por quadras de 5 ha, contando o número de insetos em cinco folhas parcialmente maduras /planta, na fase de renovação foliar. Além disso, examinar também três frutos/planta ao acaso, para localização das colônias.

Controle cultural

O sombreamento adequado contribui para a redução da incidência da praga, visto que temperaturas elevadas e baixas precipitações pluviométricas, aliadas à deficiência de sombreamento, favorecem a proliferação da praga.

Controle químico

Pulverizações nas áreas-foco com deltametrina a 0,2%, quando forem detectados em média 2 a 3 tripes por folha ou 10% de frutos com colônias, obedecendo a um intervalo de 21 dias entre as aplicações sucessivas. Recomenda-se suspender as pulverizações tão logo seja diagnosticada a redução populacional.

3. VERTEBRADOS QUE CAUSAM PREJUÍZOS AO CACAUEIRO

3.1. Aves que danificam os frutos

As aves, sempre presentes nos ecossistemas cacaueiros do Brasil, desempenham papel importante na **conservação, manutenção e crescimento das florestas.** Muitas espécies são também importantes agentes de controle biológico de insetos danosos à agricultura em geral.

Apesar disso, algumas espécies de aves trazem prejuízos à atividade cacaueira, ao perfurar e danificar os frutos, tornando-os imprestáveis para produção de amêndoas de qualidade, produção de mel e polpa de cacau, causando prejuízos econômicos e de gestão, inclusive obrigando a antecipação e redução da frequência das colheitas.

No sul da Bahia, os prejuízos são causados por periquitos, que atacam os frutos verdes, além dos pica-paus e sabiás, que abrem furos nos frutos maduros para aproveitar o néctar da mucilagem das amêndoas, como também se alimentam de insetos e fungos que proliferam com a decomposição do fruto atacado (Figuras 61 a 63). No Espírito Santo, bandos de papagaios, nas primeiras horas da manhã e ao entardecer, visitam os cacaueiros, danificando frutos em diversos estágios de desenvolvimento, principalmente os mais jovens.

Medidas alternativas de controle são adotadas, principalmente colocando objetos reflexivos de dupla face (espelhos, CD, DVD) pendurados nos ramos das plantas para que espantem e afugentem os pássaros.

Objetos eletrônicos de ruído que afugentam os predadores, também se mostraram eficientes. O efeito destas medidas depende do uso constante desses aparelhos, além da necessidade de disponibilizar frutas maduras para redirecionar a atenção das aves e evitar os prejuízos aos frutos de cacau.

Figura 61. Fruto de cacau perfurado por uma ave. Fonte: Ceplac.

Figura 62. Fruto do CCN 51 onde se vê fungo exsudando do ferimento. Fonte: Ceplac.

Figura 63. Pica-pau (Picidae). É um insetívoro eficiente, mas pode ferir tronco e casca de frutos de cacau. Fonte: Ceplac.

3.2. Mamíferos roedores do cacau

Em determinados períodos, principalmente em épocas de seca, prejuízos são provocados por ratos que abrem furos largos nos frutos (Figura 64), aproveitam a mucilagem das sementes e as derrubam, tornando-as imprestáveis. Também podem roer amêndoas de cacau nas barcaças, durante o processo de secagem.

Figura 64. Frutos atacados por ratos. Fonte: Ceplac.

Os ratos são onívoros e, além do cacau, podem alimentar-se de banana, jaca, goiaba, mamão, cajá, jenipapo, pupunha e frutos de muitas outras plantas de importância econômica, associadas ao agroecossistema cacaueiro (SODRÉ, 2017).

O complexo de roedores inclui espécies dos gêneros *Oligoryzomys,* "rato do mato" (Figura 65) e *Rhipidomys,* "rato do cacau" (Figura 66). Estes roedores atacam frutos verdes e maduros, consumindo a polpa e as sementes. Habitualmente, os ataques ocorrem em áreas focos e reboleiras (SODRÉ, 2017).

Figura 65. *Oligoryzomys* sp. Fonte: Ceplac.

Figura 66. *Rhipidomys mastacalis*. Fonte: Ceplac.

Algumas espécies endêmicas e raras ocorrem como *Chaetomys subspinosus* e *Echimys pictus*, mas não são nocivas ao cacaueiro. Estas espécies devem ser protegidas, pois constam da lista IUCN de animais ameaçadas de extinção.

Essas espécies nidificam em troncos ocos e no alto de árvores de sombreamento. As bromeliáceas-tanque gigantes abrigam ninhos de algumas espécies. Outras pequenas espécies, tais como *Nectomys squamipes* e *Oligoryzomys* spp., nidificam na superfície do solo (SODRÉ, 2017).

Preconiza-se para o controle desses roedores, a utilização preferencial de armadilhas com atraentes à base de iscas de banana, mamão, jaca, etc. Isso se faz necessário quando se suspeita que os sintomas observados possam ter sido causados por uma espécie ameaçada de extinção, portanto protegida, a fim de capturá-la viva e devolvê-la ao ambiente (SODRÉ, 2017).

As armadilhas podem ser do tipo gaiola confeccionada de tela metálica (arame) galvanizada ou garrafa. Esta última pode ser confeccionada aproveitando as garrafas de refrigerante tipo PET (SODRÉ, 2017). Neste caso, deve-se secionar a garrafa logo abaixo do gargalo, fazendo-se uma abertura de no máximo três a quatro centímetros de diâmetro. Após a adição de pequenas porções da isca ao frasco, amarra-se a mesma ao tronco das plantas atacadas, em posição vertical. Estas armadilhas podem permanecer no máximo sete dias na área. O fundo deve receber pequenas perfurações para evitar o acúmulo de água (SODRÉ, 2017).

4. PRAGAS DO CACAU ARMAZENADO

O cacau armazenado está sujeito ao ataque de insetos que causam danos diretos às amêndoas e as contaminam com excrementos, teias, odores indesejáveis, exúvias, cadáveres e fragmentos, os quais podem ser incorporados ao produto final, o chocolate .

Prejuízos econômicos também ocorrem quando lotes de “cacau superior” são desclassificados por apresentarem mais de 2% de amêndoas infestadas ou danificadas por insetos. Além disso, a remoção de insetos e fragmentos das amêndoas, antes da fabricação do chocolate, é uma tarefa bastante onerosa (SODRÉ, 2017).

As pragas mais importantes do cacau armazenado são: a traça do cacau *(Ephestia cautella)* (Figura 67), o besourinho do fumo *(Lasioderma serricorne)* (Figura 68), o besourinho castanho *(Tribolium castaneum)* (Figura 69) e o besouro estrangeiro *(Ahasverus advena)* (Figura 70). Este último, embora não ataque diretamente a amêndoa, pode ser encontrado em grande quantidade em cacau mofado (SODRÉ, 2017).

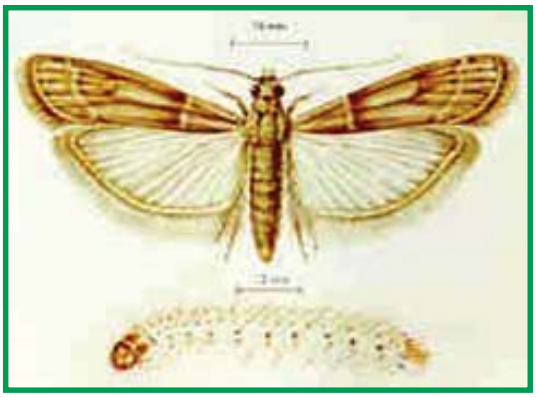


Figura 67. Traça do cacau, *Ephestia cautella.* Fonte: Ceplac.

Figura 68. Besourinho do fumo, *Lasioderma erricorne.* Fonte: Ceplac.

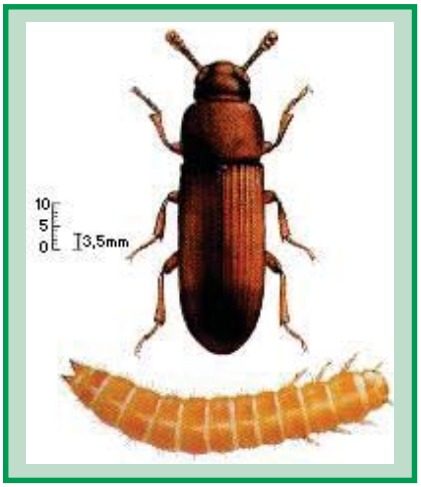


Figura 69. Besourinho castanho, *Tribolium castaneum.* Fonte: Ceplac.

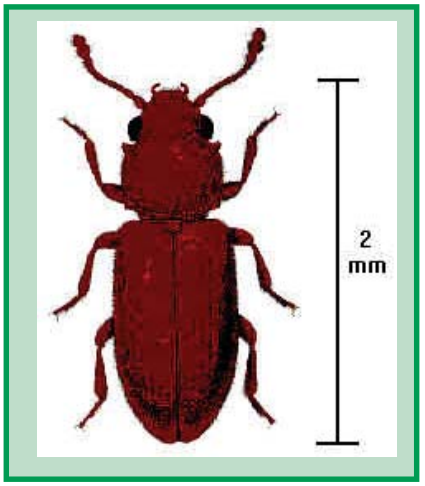


Figura 70. Besouro estrangeiro, *Ahasverus advena.* Fonte: Ceplac.

5. REFERÊNCIAS

ABREU, J. M. Problemas entomológicos da cacauicultura no Espírito Santo. **Turrialba,** Turrialba: Costa Rica, 18:182-186, 1986a.

ABREU, J. M. **Pragas do Cacaueiro e Métodos de Controle.** Ilhéus, Bahia: Mapa/Ceplac/Cepec, 1986b. 19p.

ABREU, J. M. Mirídios neotropicais associados ao cacaueiro. In: LAVABRE, E.M. (eds). **Les Mirides du Cacaoyer.** Paris, Institut Français du Café et du Cacao, 1977, p. 85-106.

ABREU, J.M.; NAKAYAMA, K.; BENTON, F.P.; CRUZ, P. N. F. N.; FERRAZ, E.C.A.; MENEZES, M.; FIGUEROA, G. E. S. **Manejo de Pragas do Cacaueiro.** Ilhéus, Bahia: Ceplac/Cepec, 1989. 32 p.

ABREU, J. M.; DELABIE, J. H. C. Controle de formigas cortadeiras em plantios de cacau. **Revista Theobroma,** Ilhéus, Bahia: Mapa/Ceplac/Cepec, 16(4): 199-211, 1986.

ABREU, J. M.; SORIA, S. J. Controle de pragas do cacaueiro na América do Sul. In: Conférence Internationale sur La Recherche Cacaoyère, 7º, Douala, Cameroun. **Actes […]** London: J. de Lafforest and Transla-Inter Limited, 1979. p. 433- 441.

AGROFIT-MAPA. **Sistema de Agrotóxicos Fitossanitários.** Disponível em: http://extranet.agricultura.gov.br/agrofit_cons/principal_agrofit_cons. Acesso em: Jan, 2022.

ARYSTA LIFE SCIENCE. **Bula do Ortus 50SC.** Salto de Pirapora, São Paulo: Arysta Life Science, 2017a. Disponível em http://agrofit.agricultura.gov.br/agrofit_cons/principal_agrofit_cons. Acesso em: Ago, 2018.

ARYSTA LIFE SCIENCE. **Bula do Applaud 250SC.** Salto de Pirapora, São Paulo: Arysta Life Science, 2017b, 16 p. Acesso em: http://agrofit.agricultura.gov. br /agrofit_ cons/principal.agrofit.cons. Disponível em: Ago, 2018.

AMRINE, Jr, J. W.; STASNY, T. A. **Catalog of the *Eriophyoidea* (Acarina, Prostigmata) of the World.** Indira Publishing House. 1994. 798 p.

BONDAR, G. Insetos Daninhos e Parasitas do Cacaueiro na Bahia. **Boletim Técnico**, Salvador, Bahia: Instituto de Cacau da Bahia, n. 5, 1939, 112 p. (Série Pragas e Moléstias).

COSTA, F. A. **O ácaro das gemas do cacaueiro, *Aceria reyesi* (Nuzzaci) (Prostigmata: *Eriophyidae*) - Flutuação populacional em diferentes sistemas de cultivo e em área natural.** Brasília, DF: Universidade de Católica de Brasília, 2015. 26 p.

COSTA-LIMA, A.M. **Insetos do Brasil.** Rio de. Janeiro: Escola Nacional de Agronomia, 1938. t. I, 468 p.

DELABIE, J. H. C. The ant problems of cocoa farms in Brazil, In: VANDER, R. K.; MEER, K. J.; CEDEÑO, A. (eds.), **Applied Myrmecology: A World Perspective,** Boulder, Colorado, USA: Westview Press, 1990. p. 555-569.

DELABIE, J. H. C.; MAURÍCIO, C. I. Danos de *Planococcus citri* (*Homoptera, Pseudococcidae*) na produção do cacaueiro, **Revista Agrotrópica**, Ilhéus, Bahia: Mapa/Ceplac/Cepec, 3 (1): 53-57, 1991.

DELABIE, J. H. C.; ENCARNAÇÃO, A. M.; MAURÍCIO, C. I. Relations between the little fire ant, *Wasmannia auropunctata*, and its associated mealybug, *Planococcus citri*, in Brazilian cocoa farms. In: WILLIAMS, D. F. (ed.). **Exotic ants: biology, impact and control of introduced species.** Boulder, Colorado, USA:Westview Press, 1994. p. 91-103.

DEUS, R. M.; BATTISTELLE, R. A. G.; SILVA, G. H. R. Current and future environmental impact of household solid waste management scenarios for a region of Brazil: carbon dioxide and energy analysis. **Journal of Cleaner Production**, Amsterdam, v. 155, n. 1, p. 218-228, jul. 2017. Disponível em: http://www-sciencedirect-com.ez87.periodicos.capes.gov.br/science/article/ pii/ S0959652616306370?via%3Dihub. Acesso em: Set, 2017.

LINDIQUIST, E. E.; OLDFIELD, G. N. Evolution of eriophyoid mites in relation to their host plant. In: LINDQUIST, E. E.; SABELIS, M.W.; BRUIN, J. (eds.). **Eriophyoid Mites: Their Biology, Natural Enemies and Control.** Amsterdam: Elsevier, 1996. p. 277-300.

MAIA, V. B.; VALVERDE, M. J. O. Pragas do cacaueiro. In: SODRÉ, G. A. **Cultivo do Cacaueiro no Estado da Bahia**. Ilhéus, Bahia: MAPA/ Ceplac/ Cepec, 2016. p. 43-66.

MANSON, D. C. M.; OLDFIELD, G. N. Life forms, deuterogyny, diapause and seasonal development. In: LINDQUIST E. E.; SABELIS, M. W.; BRUIN, J. (eds.), **Eriophyid Mites: Their Biology, Natural Enemies and Control.** Amsterdam: Elsevier, 1996. p.173-183.

MORAES, G. J.; FLECHTMANN, C. H. W. **Manual de Acarologia: Acarologia Básica e Ácaros de Plantas Cultivadas no Brasil.** Ribeirão Preto, São Paulo: Holos Editora, 2008. 308 p.

NAKANO, O. (org.) **Manual de Inseticidas - Dicionário**. São Paulo, São Paulo: Agronômica Ceres, 1977. 272 p.

NAKAYAMA, K. **Inspeção fitossanitária em cacaual experimental no Município de Russas, Ceará, Brasil.** Ilhéus, Bahia, Mapa/Ceplac/Cepec, 2013. (Relatório).

NAKAYAMA, K. Bioecologia e controle do *Aceria reyesi* (Nuzzaci, 1973), ácaro-da-gema-vegetativa do cacaueiro. **Boletim Técnico,** Ilhéus, Bahia: Mapa/ Ceplac/Cepec, n. 211, 26 p., 2019.

NAKAYAMA, K.; ENCARNAÇÃO, A. M. V. Principais pragas do cacaueiro e seu controle. In: VALLE, R. R. (ed.). **Ciência, Tecnologia e Manejo do Cacaueiro.** 2. ed. Brasília, DF: Mapa/Ceplac/Cepec, 2012. p. 135-160.

OLDFIELD, G. N. Diversity and host plant specificity. In: LINDQUIST, E. E.; SABELIS, M.W.; BRUIN, J. (eds.). **Eriophyoid Mites – Their Biology, Natural Enemies and Control.** Amsterdam: Elsevier, 1996. p. 199-216.

OLIVEIRA, A. R.; NAVIA, D. O ácaro-das-gemas do cacaueiro, *Aceria reyesi* Nuzzaci (Eriophyidae), praga emergente nos Estados de Rondônia e da Bahia. In: SIMPÓSIO BRASILEIRO DE ACAROLOGIA, 4º, 2013. **Anais [...].** Bento Gonçalves, RS, 2013. 238 p.

SANTOS, M. S.; STRACIEIRI, J.; SODRÉ, G. A.; OLIVEIRA, A. R. Evaluating response variables to the reversion of the 'engurruñadera del cacao' through the control of *Aceria reyesi* (Nuzzaci) (Acari: Eriophyidae) with abamectin and pruning. **Systematic and Applied Acarology,** Auckland, Nova Zelândia, 28 (2): p. 289-297, 2023.

SILVA, P. Insects pests of cacao in the state of Bahia, Brazil. **Tropical Agriculture**, Trinidad, 22 (1): p. 8-14, 1944.

SODRÉ, G. A. **Cultivo do Cacaueiro no Estado da Bahia.** Ilhéus, Bahia: Ceplac/Cepec, 2017. 126 p.

TREVISAN, O. **Comportamento da broca dos frutos do cacau *Cronotrachelus humeropictus* Fiedler, 1940 (Coleoptera: Curculionidae) em Rondônia.** 1989. Dissertação Mestrado em Entomologia. ESALQ/USP, Piracicaba, 1989. 57 p.

TREVISAN, O.; MOURA, J. I. L.; DELABIE, J. H. C.; MENDES, C, de B. Manejo Integrado das Pragas do Cacaueiro da Região Amazônica. In: VALLE, R. R. (ed.). **Ciência, tecnologia e manejo do cacaueiro.** Brasília, DF: Mapa/ Ceplac/Cepec, 2012. p. 161-185.

TREVISAN, O.; MOURA, J. I. L.; DELABIE, J. H. C.; MENDES, A. C. B. **Manejo Integrado das Pragas do Cacaueiro do Estado de Rondônia.** Porto Velho, Rondônia: MAPA-CEPLAC, 2011. 35p.

TREVISAN, O.; PEREIRA, F. F.; CUSTODIO, R. A. Constatação de atividade noturna de *Conotrachelus humeropictus* Fiedler, 1940 (Coleoptera: Curculionidae), broca dos frutos do cacau e do cupuaçu. In: XXII CONGRESSO BRASILEIRO DE ENTOMOLOGIA, 2008. **Anais [...].** Uberlândia - MG. 2008.

CAPÍTULO 9

Doenças do cacaueiro

a
c
d
e
c
d

DOENÇAS DO CACAUEIRO

Jackson Emanoel Benevides Prado, Karina Peres Gramacho
Milton José da Conceição, Almiro Neves

1. INTRODUÇÃO

O cacaueiro, em qualquer lugar de plantio, está sujeito a diversas doenças. No Brasil, as principais doenças que afetam esta cultura incluem a vassoura de bruxa (VBC), a monilíase, a podridão parda (PP) e a murcha de Ceratocystis (MC). Entretanto, existem outras doenças de menor relevância econômica que também merecem atenção. A ocorrência de doenças no cultivo do cacaueiro está relacionada à falta de manejo e, principalmente, ao uso de material genético suscetível. Além disso, as condições climáticas propícias podem agravar essa situação, contribuindo para o surgimento de surtos epidêmicos locais.

A ocorrência simultânea de duas ou mais destas doenças em uma mesma área eleva as perdas de produção e os gastos com controle fitossanitário, tornando-se um fator que reduz o retorno financeiro na cacauicultura.

É importante destacar que o manejo integrado é essencial para reduzir os danos causados por essas enfermidades, incluindo práticas de controle que são essenciais para amenizar o efeito de surtos epidêmicos e minimizar os danos consequentes. Isso inclui a adoção de medidas preventivas, como a seleção de variedades resistentes, juntamente com o controle cultural, químico e biológico da doença, além da vigilância epidemiológica como ferramenta imprescindível para a prevenção e controle das doenças do cacaueiro.

Neste capítulo será dada maior ênfase aos avanços obtidos com a VBC. Entretanto serão abordadas outras doenças secundárias, principalmente aquelas que causam prejuízos regionais, como a murcha de verticillium, as doenças de raízes, cancros, morte descendente, antracnose, galha da almofada floral ("bulba" floral) e mal rosado.

Devido a relevância da monilíase do cacaueiro, praga quarentenária ausente, mas oficialmente relatada pela primeira vez no Brasil no município de Cruzeiro do Sul, no Acre, em julho de 2021, pelo Ministério da Agricultura e Pecuária (Mapa), será dedicado um capítulo especial a esse tema. O objetivo é preparar e conscientizar os produtores para enfrentarem esse desafio, capacitá-los nas técnicas de manejo, visando adiar a doença e, quando necessário, conviver com a mesma com sustentabilidade.

Este trabalho resgata grande parte do conhecimento produzido pela Ceplac na área de fitopatologia com ênfase para as publicações de Oliveira; Luz (2005); Oliveira; Luz (2012) e Sodré (2017), com o propósito de ampliar a difusão e atender a demanda existente por informações em nível dos técnicos e produtores.

2. VASSOURA DE BRUXA

A vassoura de bruxa do cacaueiro (VBC), após a monilíase do cacaueiro é uma das mais importantes doenças do cultivo. Originária da região Amazônica, onde esteva confinada por mais de 30 anos, até ser constatada, em 1989, nos municípios de Uruçuca e Camacan, região sul da Bahia, esta enfermidade disseminou-se rapidamente por toda a região cacaueira baiana, em decorrência das condições ambientais extremamente favoráveis, alcançando o estado vizinho do Espírito Santo, em 2021. A chegada da VBC causou elevados impactos econômicos, sociais e ambientais, representados pela acentuada perda de produção, êxodo rural e substituição de um cultivo perene e ecológico por pastagens. Na Bahia, a VBC passou a figurar como a mais importante doença do cacaueiro, chegando a causar perdas superiores a 75%.

2.1. Etiologia

A VBC é causada pelo basidiomiceto *Moniliophthora perniciosa* (sin.: *Crinipellis perniciosa* (Stahel) Singer), com a seguinte taxonomia :

Domínio: Eukaryota;
Reino: Fungi;
Filo: Basidiomycota;
Sub-Filo: Agaricomycotina;
Classe: Agaricomycetes;
Sub-Classe: Agaricomycetidae;
Ordem: Agaricales;
Família: Marasmiaceae;
Gênero: Moniliophthora;
Espécie: *Moniliophthora perniciosa.*

O fungo *Moniliophthora perniciosa* possui ciclo de vida hemibiotrófico que começa quando o basidiósporo germina, infectando os tecidos jovens da planta. A sua fase inicial é parasítica ou biotrófica, quando o patógeno se desenvolve nos espaços intercelulares, nos tecidos da planta hospedeira. A segunda fase é saprofítica, quando o fungo cresce em substratos mortos ou em decomposição. O micélio da fase parasítica é delgado, monocariótico e cresce nos espaços intercelulares, no tecido da planta hospedeira, enquanto na fase saprofítica é dicariótico, mais fino e apresenta grampos de conexão, podendo crescer tanto entre as células, como no interior delas.

Os Basidiomas, também conhecidos como cogumelos (corpos de frutificação), são as únicas estruturas reprodutivas do fungo, sendo caracterizados pela presença de lamelas ou lâminas sob o chapéu, onde os esporos, chamados de basidiósporos, são produzidos. Esses basidiósporos, únicas estruturas infectivas do fungo, são lançados no ambiente e dispersados principalmente pelo vento ao local de infecção, onde germinam dando início a um novo ciclo de vida (Medeiros et al., 2010).

A produção de basidiomas é desencadeada pela alternância de períodos secos e chuvosos. Estas estruturas reprodutivas podem ser produzidas cerca de 4 a 8 semanas após o secamento dos tecidos doentes como as vassouras, frutos mumificados e folhas. Os orgãos doentes da planta constituem as principais fontes primárias de inóculo, ou seja, são as fontes a partir das quais o fungo se espalha a longas distancias. O patógeno também tem sido encontrado colonizando restos vegetais, incluindo ramos de leguminosas, hastes de bambu, além de folhas de bananeira sobre o solo. Portanto, a detecção e o controle do fungo em orgãos infectados têm importância epidemiológica para o manejo da doença.

2.2. Hospedeiros

O fungo possui hospedeiros em diferentes famílias com destaque para Malvaceae e Solanaceae. Na família Malvaceae, infecta predominantemente os gêneros *Theobroma* e *Herrania*, incluindo as espécies *T. cacao* (cacau), *T. grandiflorum* (Willd. Ex. Spreng) Schum. (cupuaçu), *T. bicolor* Hymb. & Bompl. (cacau do Peru), *T. microcarpum* (cacau jacaré), *T. subincanum* (cupuí), *T. obovatum* (cacau cabeça de urubu), *T. speciosum* Willd. (cacauí); *Herrania albiflora*, *H. nítida* (Poepp.) Schultes e *H. purpurea*.

Em Solanaceae ocorre, principalmente, nos gêneros *Solanum* e *Capsicum*, incluindo as espécies *Solanum paniculatum* L. (jurubeba branca), *S. gilo* Raddi (jiló), *S. stipulaceum* Willd ex. Roem & Shult. (fumo bravo, jurubeba roxa), *S. lycopersicum* (tomate), *S. melongena L.* (berinjela), *S. lycocarpum* (lobeira), *S. cernuum* (braço de preguiça), *S. mauritianum; S. rugosum* (Juçara); *S. laseantherum; C. annuum* L. (pimentão) e *C. frutescens* (pimenta malagueta).

2.3. Sintomas

Os sintomas da doença são caracterizados pelo alongamento, superbrotamento dos ramos com proliferação de gemas laterais e engrossamento dos tecidos infectados em crescimento, formando brotações em forma de vassoura (Figuras 1a; 1b). As vassouras apresentam forma e tamanho variáveis, podendo atingir o dobro ou o triplo do diâmetro, tamanho e volume das folhas em relação a um ramo normal.

Em algumas situações, em infecções severas, pode ser observada a necrose e morte da gema, sem que haja a produção de vassouras. Almofadas florais infectadas podem produzir vassouras vegetativas, além de flores anormais (Figura 1c); neste caso, os frutos produzidos são partenocárpicos, apresentando formato de morango ou cenoura.

Nos frutos infectados em desenvolvimento, verifica-se o amarelecimento precoce com ou sem a presença de sintomas (Figuras 1d; 1e). Estes frutos possuem

deformações, podendo ou não apresentar lesões necróticas externas (Figura 1e), além de inchaços e lesões circundadas por halos cloróticos (Figuras 1f e 2a). Em alguns casos, aparecem ilhotas verdes ou amarelas.

Os danos internos verificados nos frutos são mais pronunciados que os da podridão parda, cujas amêndoas, na maioria das vezes, apresentam-se completamente danificadas (Figura 2b), sendo que na fase mais avançada, se observa o crescimento do fungo. Apesar de apresentar maior suscetibilidade nos primeiros três meses, *M. perniciosa* pode infectar o fruto em qualquer idade de crescimento.

Nas almofadas florais doentes, surgem vassouras, flores anormais e frutos diferentes (tipo morango e tipo cenoura) daqueles produzidos em flores não infectadas. As almofadas florais apresentam a mesma capacidade de produção de basidiomas que as vassouras vegetativas de copa.

Figura 1. Sintomas da vassoura de bruxa do cacaueiro: (a, b) vassouras vegetativas de copa; (c) almofadas florais apresentando vassouras vegetativas e frutos morango; (d) frutos doentes com amarelecimento precoce; (e) deformados com lesões necróticas; (f) lesões típicas circundadas por halos cloróticos. Fonte: Ceplac.

Figura 2. Sintomas da vassoura de bruxa: (a) fruto amplamente tomado pela lesão; (b) frutos amontoados mostrando danos internos; (c, d) mudas ou ramos apresentando infecção da gema apical, (d) intensa proliferação de brotações laterais; (e) cancros em mudas e ramos. Fonte: Ceplac.

Em mudas, ao infectar as gemas apicais, o fungo induz a proliferação de brotações laterais e outras deformações com uma ou mais vassouras partindo das axilas das folhas (Figuras 2c e 2d).

A formação de cancros também é observada, tanto em mudas quanto em ramos, causando necrose, fendilhamento da casca, além da produção de novas vassouras, tanto abaixo, quanto acima do ponto de infecção (Figura 2e). Com o progresso da doença, observa-se a morte dos tecidos e o secamento destes.

2.4. Epidemiologia

A epidemiologia da VBC está relacionada aos eventos ligados à fenologia da planta, cujos tecidos meristemáticos, em crescimento por vários meses do ano no sul da Bahia, são os principais sítios de infecção do patógeno, principalmente os lançamentos foliares.

Na região cacaueira baiana, a depender das condições climáticas, há dois picos de lançamentos foliares, sendo que um ocorre entre os meses de janeiro a março e o outro, de setembro a outubro, havendo apenas poucas semanas de repouso vegetativo entre os meses de julho a agosto.

A floração e a frutificação são também atividades sazonais, podendo ser observadas flores e frutos durante quase todo o ano. Desse modo, a planta apresenta sempre tecidos suscetíveis, mesmo em períodos de repouso, o que torna a doença praticamente contínua.

A produção de basidiomas ocorre ao longo do ano, mas é nos meses de junho, julho e agosto que se observa o pico mais alto de esporulação. Por essa razão, o comportamento da VBC varia entre as diferentes regiões produtoras de cacau do Brasil. No Amazonas, por exemplo, a ocorrência de uma estação seca bem definida é menos favorável a produção de basidiomas. Esse padrão climático específico favorece uma melhor gestão e controle da doença.

Na Bahia são registrados picos de produção de vassouras, em média, quatro semanas após os lançamentos foliares, não obstante serem observados lançamentos durante praticamente o ano todo com produção de vassouras, embora em menor proporção. Por sua vez, picos de infecção de frutos ocorrem, predominantemente, no período que antecede a safra principal, entre julho a setembro.

A ocorrência de períodos alternados de chuva e sol, umidade relativa do ar acima de 90 % e de noites com temperaturas entre 15 °C e 24 °C, são condições essenciais para a esporulação e estabelecimento de infecção pelo patógeno. Por sua vez, períodos com chuvas continuadas, umidade relativa próxima à saturação ou períodos secos prolongados, são desfavoráveis ao fungo.

No sul da Bahia, condições propícias à VBC são observadas praticamente durante todo o ano, ficando claro o papel importante desempenhado pela chuva na produção de basidiomas, em períodos com umidade relativa do ar acima de 90% e temperaturas médias inferiores a 24 ºC, assim como na disseminação da doença. O maior número de dias com produção de basidiomas foi registrado nos meses de maio a agosto, quando o número de horas com temperaturas inferiores a 22 °C e umidade relativa acima de 90% , foram maiores do que nos demais meses do ano. Sequências de dias chuvosos, intercalados por dias secos, mostraram ser essenciais para o início de novas epidemias.

A disseminação da doença ocorre geralmente pela ação do vento, da chuva e do homem. No interior da copa e entre plantas vizinhas, a chuva e o vento também exercem papel de destaque na disseminação da doença.

Os basidiósporos são liberados normalmente à noite ou durante as primeiras horas da manhã, quando a umidade relativa do ar é elevada e as temperaturas encontram-se entre 20 °C e 25 °C. Estas estruturas de propagação possuem vida

curta, já que são sensíveis aos efeitos adversos do clima, sofrendo dissecação em condições de temperaturas altas e baixa umidade relativa do ar. Tais características poderiam explicar a dificuldade da doença se disseminar a grandes distâncias, não fosse o papel desempenhado pelo homem no transporte de materiais infectados.

Moniliophthora perniciosa pode sobreviver dentro da planta entre períodos sucessivos de crescimento e da frutificação, sobre vassouras secas, frutos mumificados, almofadas florais, gemas dormentes infectadas, além de pequenos cancros ou lesões necróticas, entrando novamente em atividade com a retomada dos lançamentos.

Após a infecção dos tecidos suscetíveis são produzidas as vassouras verdes. O período em que permanecem nesta fase é variável, dependendo do vigor da planta do genótipo do hospedeiro, e do patótipo[1] do fungo, podendo levar em média, entre 5 e 12 semanas. Na Bahia, este período é decorre por 5 a 7 semanas.

Após o secamento das vassouras, observa-se um período de dormência antes que os basidiomas comecem a ser produzidos. Tal período também é variável, estendendo-se de um mínimo de quatro a um máximo de 66 semanas. No sul da Bahia é de 13 semanas em média, com as vassouras continuando a produzir basidiocarpos por até 27 meses.

A produção de basidiomas é favorecida por períodos alternados de ganho e perda de água durante a estação chuvosa. Em condições controladas, a produção de cogumelos em vassouras secas é favorecida por regimes diários de 16 hs de seca por 8 hs de irrigação, em temperaturas em torno de 25 ºC e fotoperíodo de 12 hs.

2.5. Manejo da doença

A recomendação oficial da CEPLAC para o controle da VBC é o **Manejo Integrado de Pragas (MIP)**. O MIP é uma abordagem abrangente que visa controlar as pragas de forma eficaz, adotando diversas alternativas de controle, minimizando os impactos ambientais e reduzindo a dependência de pesticidas químicos. O objetivo do MIP é reduzir o inóculo na área de forma a manter a incidência e severidade da doença em níveis baixos.

O MIP envolve as principais técnicas:

- **Controle genético**
- **Controle cultural**
- **Controle biológico**
- **Controle químico**

[1]O termo patótipo vem sendo utilizado para definir linhagens ou grupo de isolados que compartilham atributos de virulência e que estão envolvidos em doenças de uma mesma natureza.

2.5.1. Controle genético

O melhoramento genético é uma abordagem importante para aumentar a resistência das plantas às doenças. Esta estratégia, no caso do controle da VBC, envolve a utilização de variedades de cacau resistentes à enfermidade.

Os programas de melhoramento genético do cacaueiro, visando à resistência a *M. perniciosa,* tiveram início no princípio do século passado, no Equador, através da seleção massal de plântulas provenientes de árvores sem sintomas. Diversas expedições para coleta de materiais botânicos foram realizadas ao longo dos rios da bacia amazônica, em busca de genótipos resistentes à VBC. Na oportunidade, foram selecionados os clones Scavina 6 (SCA-6) e Scavina 12 (SCA-12), considerados como altamente resistentes, e o genótipo IMC, reconhecido como moderadamente resistente. Embora tais materiais tenham contribuído para reduzir a incidência da doença em Trindade e Tobago, os clones oriundos de Scavina e seus descendentes têm apresentado um aumento na incidência da doença ao longo do tempo em outros países, assim como no Brasil (Amazônia brasileira), em consequência do surgimento de variantes (patótipos) do patógeno. Essa situação destaca a complexidade do controle da VBC.

Outros fatores também contribuem para o aumento da incidência da VBC, a exemplo das mudanças nas condições climáticas, práticas agrícolas inadequadas e o uso de clones da mesma fonte de resistência. Por essa razão, a Ceplac recomenda a utilização de múltiplas fontes de resistência.

O principal objetivo do programa de melhoramento genético da Ceplac é a ampliação da base genética, visando obter variedades de cacau com resistência duradoura.

2.5.2. Controle cultural

Este método envolve o emprego de práticas agrícolas que criam um ambiente desfavorável ao patógeno. Isso pode incluir a poda fitossanitária.

A prática consiste na remoção sistemática de todas as partes afetadas da planta, incluindo vassouras, frutos e almofadas florais doentes. Em áreas onde há alta incidência de doenças, é importante diagnosticar as árvores afetadas e substituir aquelas mais suscetíveis por variedades resistentes à doença.

Neste cenário recomenda-se o plantio no arranjo de um sistema agroflorestal. Isso ajuda a controlar as condições ambientais e a manejar adequadamente a cobertura das árvores. A fim de facilitar as práticas de manejo, recomenda-se a poda de condução de copa, uma prática útil para controlar a altura das plantas, mantendo-as abaixo de 3,0 metros.

O material removido pode ser queimado, enterrado, coberto com folhas, tratado com o Tricovab ou com produtos anti-esporulantes (como ureia 15%).

O número e a época de remoção do material doente depende das condições climáticas de cada região. Na Amazônia, onde ocorrem duas estações bem definidas, são feitas duas remoções/ano, sendo uma na estação seca e outra antes do período chuvoso, o que é suficiente para proporcionar um convívio satisfatório com a doença. Na Bahia, o número de remoções pode ser de três, ou até mesmo duas remoções, nos meses de março/abril, julho/agosto e outubro/novembro, principalmente em áreas cultivadas com materiais resistentes.

2.5.3. Controle biológico

O controle biológico consiste na introdução ou promoção de agentes biológicos que são inimigos naturais do patógeno. No caso da VBC podem ser utilizados fungos antagonistas que competem com o fungo patogênico. Estes micro-organismos antagônicos agem por meio dos seguintes mecanismos: competição, antibiose e hiperparasitismo. O controle biológico, juntamente com a resistência genética, o controle cultural e o controle químico, integram a estratégia de manejo integrado da doença, tornando mais eficaz o controle da enfermidade.

Alguns fungos, inicialmente, foram identificados como potenciais agentes de biocontrole da VBC, merecendo destaque o *Trichoderma stromaticum* Samuels & Pardo-Schultheiss que é considerado como o mais eficiente. Este fungo foi inicialmente isolado e pesquisado no estado do Pará e, posteriormente, foi avaliado no sul da Bahia.

O *Trichoderma stromaticum,* veiculado comercialmente como Tricovab®, é um fungo antagonista que tem demonstrado eficácia no controle da VBC, por reduzir as fontes de inóculo na área afetada. Além de colonizar os tecidos, o fungo acelera o processo de decomposição, interferindo na esporulação da VBC. Ele atua competindo por nutrientes e espaço com *M. perniciosa*, impedindo seu desenvolvimento, reduzindo assim a incidência da doença, evitando a esporulação.

Na aplicação do produto comercial Tricovab® deve-se fazer quatro aplicações de 2 kg/ha^{-1}, a intervalos mensais, entre os meses de maio a agosto, após as remoções das vassouras e colheita dos frutos, em dias com elevada umidade relativa. A suspensão deve ser aplicada com pulverizadores costais manuais, dotados de bico tipo leque 110/02, procurando-se direcionar o jato para as vassouras e frutos amontoados sobre a serrapilheira.

2.5.4. Controle químico

No controle químico da VBC recomenda-se usar fungicidas protetores à base de óxido cuproso (Cobre Atar BR), além de um sistêmico do grupo dos triazóis, a exemplo do tebuconazol (ex: Folicur® 200 CE) e strobirulina, que são específicos para controlar a doença. Esta é uma medida de último recurso, devendo ser usada com moderação para minimizar os impactos ambientais e evitar a resistência do patógeno.

O uso de fungicidas cúpricos no controle da VBC é uma das estratégias empregadas para o controle da doença. No entanto, o benefício/custo quanto ao emprego desses fungicidas, depende do índice de danos causados pela enfermidade, das condições epidemiológicas e do preço do cacau. A eficácia quanto a aplicação depende das condições ambientais, das partes afetadas na planta e da tecnologia de aplicação do fungicida.

Os fungicidas à base de óxido cuproso (Cobre Atar® BR), especificamente, têm sido os de maior eficácia no controle da doença nos frutos, entretanto, pouca ou nenhuma ação tem sido observada sobre sua eficácia nos lançamentos foliares ou almofadas florais.

O produto deve ser pulverizado na dose de 3 gramas.planta^{-1} do princípio ativo (p.a), em intervalos mensais ou 6 gramas.planta^{-1} do princípio ativo (p.a), em intervalos bimestrais.

O surgimento dos fungicidas sistêmicos, a partir da década de 1960, aumentou a perspectiva de controle da doença, não somente em frutos, mas também em lançamentos foliares e almofadas florais. O primeiro grupo a apresentar resultado, tanto *in vitro*, quanto *in vivo,* foi o dos triazóis, com destaque para hexaconazol e triadimenol. Tais produtos, além de possuírem ação antiesporulante, são capazes de reduzir a incidência da doença em almofadas florais.

Estudos realizados em laboratório, casa de vegetação e campo, confirmaram a superioridade dos triazóis no controle da VBC. Em diversos ensaios realizados, o tebuconazole (Folicur® 200 CE) apresentou os melhores resultados, sendo recomendado tanto no controle da doença em viveiros, quanto no plantio definitivo. O tebuconazole, além de controlar a doença em frutos, almofadas florais e lançamentos foliares, reduz significativamente a produção de frutos-morango e de vassouras em almofadas, em áreas tradicionais de híbridos ou cacau comum, pulverizadas com 0,3 g do p.a.litro.planta^{-1} (1,5 mL do produto.litro.planta^{-1}), quatro ou cinco vezes/ano, a partir da floração e bilração/frutificação até a safra principal (Figura 3). Em áreas clonadas, a recomendação é de 0,4 a 0,6 mL do produto.planta^{-1} (Figura 4).

O tebuconazole funciona também como um importante agente antiesporulante, reduzindo a produção de basidiomas em viveiros, quando pulverizado na dose de 0,2 g do p.a./litro d'água (1,0 mL do produto/litro).

Outro grupo de moléculas avaliado no sul da Bahia e que apresentou eficácia contra a VBC foi o das estrobilurinas, que confirmou sua ação destacada no controle de doenças em outros cultivos. As estrobilurinas mostraram resultado positivo contra a VBC em doses relativamente baixas, notadamente em almofadas florais e lançamentos foliares, a despeito de terem apresentado menor eficácia sobre frutos, em comparação com o tebuconazole.

Figura 3. Área plantada com cacaueiros híbridos após o tratamento com tebuconazole (Folicur® 200 CE). Fonte: Ceplac.

Figura 4. Área de cacaueiros clonados após tratamento com tebuconazole (Folicur® 200 CE). Fonte: Ceplac.

A eficácia de um fungicida sobre uma determinada doença varia em função do condições climáticas, estágio de desenvolvimento da doença, resistência do patógeno ao grupo químico, métodos de aplicação e variedade de cacau.

2.6. Monitoramento, vigilância genômica e tomada de decisão baseada em dados

A vigilância genômica se constitui numa técnica de fundamental importância para monitorar a incidência da doença e o surgimento de variantes do patógeno. Esta ferramenta oferece subsídios relevantes para a tomada de decisão quanto a aplicação de medidas de controle que visam, principalmente, mitigar a suplantação da resistência genética pelo patógeno.

2.7. Educação fitossanitária e treinamento

Essa estratégia dá ênfase ao envolvimento de agricultores locais em programas de capacitação e conscientização, para que compreendam as melhores práticas de manejo e dominem as técnicas disponíveis para o controle e prevenção da vassoura de bruxa do cacaueiro.

3. PODRIDÃO PARDA

No sul da Bahia, até o aparecimento da VBC em 1989, a podridão parda era considerada a principal doença do cacaueiro na região, causando perdas estimadas entre 20 a 30% da produção anual. Desde então, a situação modificou-se bastante. A doença foi praticamente relegada ao esquecimento, não só pela importância e danos provocados pela VBC, mas também, em decorrência das condições ambientais permanecerem desfavoráveis por vários anos. Apesar dessa constatação, nos últimos anos, a podridão parda voltou a causar danos econômicos expressivos.

3.1. Etiologia

Durante muito tempo, o agente causal da podridão parda foi conhecido como *Phytophthora palmivora* (Butler) Butler. A partir de 1979, a taxonomia do gênero foi modificada e duas outras espécies passaram a ser consideradas na sua etiologia no Brasil: *Phytophthora capsici* e *P. citrophthora.*

Uma terceira espécie de *Phytophthora* foi descoberta em 2021, a qual foi descrita como *Phytophthora theobromicola* Pinho, Ramos-Sobrinho & Marelli. Em paralelo, mais três espécies foram descritas em outros países, as quais foram classificadas com os seguintes nomes: *Phytophthora megakarya* Brasier & Griffin, registrada na África, *Phytophthora heveae* Thompson, na Malásia e México, e *Phytophthora megasperma* Drechsler, na Venezuela. Das três espécies que ocorrem no cacaueiro do Brasil, a *P. citrophthora* é a mais ativa, seguida por *P. palmivora e P. capsici*.

Taxonomia:

Reino: Stramenopila/Chromista;
Filo: Oomycota/Heterokontophyta;
Classe: Peronosporomycetidae/Oomycetes;
Ordem:Peronosporales;
Família: Peronosporaceae;
Gênero: Phytophthora.

3.2. Hospedeiros

A espécie *Phytophthora palmivora* se destaca por possuir um grande número de hospedeiros, tendo sido assinalada em pelo menos 41 famílias botânicas, causando danos econômicos em espécies, tais como: abacaxi, abacate, mamão, citros, feijão, noz-moscada, algodão, seringueira, pimenta-do-reino, coco, dendê, mamona, fumo, tomate, cebola, berinjela, pimentão, ervilha, plantas ornamentais e essências florestais.

3.3. Sintomas

Um dos primeiros sintomas da podridão parda, observado em torno de 30 horas após a infecção, é o aparecimento de pequenas lesões nos frutos. Tais lesões se desenvolvem de forma rápida, assumindo a coloração castanha característica (Figura 5a), podendo atingir toda a superfície do fruto entre 10 a 14 dias (Figuras 5b e 5c).

O fungo provoca infecção em qualquer fase de desenvolvimento do fruto e em qualquer local do mesmo; cerca de três a cinco dias, observam-se os primeiros sintomas, caracterizados pelo surgimento de uma massa pulverulenta sobre as lesões, formada pelo micélio e pelos esporângios (Figuras 5a e 5b).

Nos bilros, os sintomas são confundidos com o peco fisiológico. No início, quando a lesão ainda não atingiu todo o fruto, a distinção ainda é possível, entretanto, à medida que eles evoluem, torna-se mais difícil distingui-los.

Infecções provocadas por espécies do gênero *Phytophthora* também ocorrem em outras partes da planta, sem que os danos cheguem a ser tão importantes. Em chupões e lançamentos foliares, o fungo provoca lesões necróticas escuras no limbo, pecíolos e ramos, enquanto em folhas jovens são observados sintomas de necrose das nervuras, murcha e seca das folhas. Tais sintomas são mais comuns em viveiros, onde as condições ambientais são extremamente favoráveis à doença (Figuras 5d e 5e).

Figura 5. Sintomas típicos da podridão parda do cacaueiro: (a, b, c) frutos com lesões arredondadas, com bordas bem definidas e sem a presença de halos amarelados, como no caso da vassoura de bruxa; (c) frutos inoculados artificialmente com *Phytophthora citrophthora, P. palmivora* e *P. capsici,* respectivamente; (d, e) mudas de cacau com sintomas da doença. Fonte: Ceplac.

3.4. Epidemiologia

A podridão parda é uma doença de ocorrência cíclica que se manifesta em níveis variáveis de incidência e severidade em diferentes localidades. Esse fato sugere uma relação estreita com fatores meteorológicos, sendo que o microclima assume papel importante no surgimento de surtos epidêmicos.

No Brasil, trabalhos realizados já a partir da década 1950, mostraram que as maiores perdas na produção de cacau eram observadas nos meses mais frios do ano, ficando estabelecida uma correlação negativa entre temperatura e incidência da doença. Outras pesquisas mostraram que além de temperaturas baixas (inferiores a 21 ºC), a umidade relativa acima de 85 % também era um fator importante para a ocorrência da podridão parda. Adicionalmente, foi constatado que a sua incidência era diretamente proporcional ao número de frutos por planta e a ocorrência de chuvas no período. Além disso, foram também estabelecidas correlações negativas entre a incidência da enfermidade e o déficit de pressão de vapor do ar atmosférico.

No início de surtos epidêmicos da podridão parda, as fontes de inóculo são constituídas por propágulos que sobrevivem no solo, almofadas florais, casqueiros, raízes, frutos mumificados, casca, folhas, chupões e cancros. Em vários países, o solo tem sido considerado como o principal reservatório de inóculo para o início de surtos epidêmicos da doença.

A chuva constitui-se num dos principais agentes de dispersão do fungo, favorecendo igualmente o processo de infecção. Respingos de chuva têm sido incluídos como o início dos surtos da doença, ao transportar propágulos do solo para frutos próximos ao chão, como também de lesões esporuladas no sentido descendente. Como agentes de menor impacto na disseminação da doença citam-se os ventos, os insetos e os roedores.

O progresso de uma epidemia da podridão parda pode ser dividido em duas etapas: a disseminação horizontal e a vertical. A disseminação horizontal ocorre no início do surto epidêmico, enquanto a vertical é registrada dois ou três meses depois, quando se observa o aumento no número de frutos infectados por planta. Para uma epidemia atingir seu pico máximo são requeridos de três a cinco meses.

3.5. Manejo da doença

A estratégia de manejo da podridão parda envolve o uso de medidas profiláticas, como pulverização com fungicidas protetores, principalmente cúpricos, adoção de práticas culturais como a remoção de frutos doentes, colheitas frequentes, eliminação de casqueiros, redução de sombreamento, além da poda e drenagem do solo, com o objetivo de tornar o ambiente desfavorável à doença.

As primeiras tentativas de controle químico realizadas no Brasil tiveram início nos anos 1950. Desde então, os fungicidas protetores à base de cobre vêm sendo utilizados de forma bem sucedida, além dos sistêmicos metalaxyl e phosetyl-Al, que cada vez mais estão sendo empregados no controle das doenças causadas por espécies do gênero *Phytophthora*. Estes dois últimos controlam tanto os patógenos foliares, quanto os de solo, não obstante o metalaxyl apresentar melhor eficácia de controle em um número maior de espécies e numa gama de hospedeiros bem mais ampla.

A resistência genética se constitui numa importante alternativa para o controle da podridão parda, sendo objeto dos trabalhos de seleção de materiais resistentes, cuja estratégia é focada na resistência horizontal, por existir no Brasil mais de uma espécie de *Phytophthora* em sua etiologia. Trabalhos realizados na Bahia com 82 genótipos mostraram que apenas as cultivares PA 30 e PA 150 apresentaram resistência a *P. palmivora*, *P. capsici* e *P. citrophthora*, ao mesmo tempo, enquanto 19 deles se comportaram como resistentes, ora a uma espécie, ora a duas, mas nunca as três.

4. MURCHA DE CERATOCYSTIS

A murcha de ceratocystis, também conhecida como “mal do facão”, foi descrita pela primeira vez no Equador, em 1918, e posteriormente na Colômbia, Peru, Venezuela, Costa Rica, Guatemala, México, República Dominicana, Trinidad e Haiti.

No Brasil, a doença foi inicialmente observada no estado de Rondônia e, 20 anos mais tarde, no sul da Bahia e Espirito Santo. É possível que já estivesse presente de forma esporádica na região, mas só despertou maior interesse a partir do plantio de materiais da variedade ‘Theobahia’, que embora resistentes à VBC, mostraram-se altamente suscetíveis a *Ceratocystis cacaofunesta.*

Há também outros fatores que contribuem para aumentar a incidência e disseminação dessa doença, como as frequentes podas de formação e o constante intercâmbio de material genético.

Isso destaca a complexidade do manejo de doenças nas plantações de cacau e a importância de considerar múltiplos fatores, incluindo a resistência genética das plantas, ao desenvolver estratégias para prevenir e controlar as enfermidades.

O controle da murcha de Ceratocystis deve envolver a identificação e eliminação das plantas doentes, o uso de práticas culturais, como poda e manejo da sombra e em casos graves, o uso de fungicidas

4.1. Etiologia

A murcha de ceratocystis é causada pelo fungo *Ceratocystis cacaofunesta* Engelbr. & T.C. Harr., anteriormente descrito como *Ceratocystis fimbriata* Ellis. & Halst. O fungo pertence:

Domínio: Eukaryota;	**Sub-Classe**: Hypocreomycetidae;
Reino: Fungi;	**Ordem**: Microascales;
Filo: Ascomycota;	**Família**: Ceratocystidaceae;
Sub-Filo: Pezizomycotina;	**Gênero**: Ceratocystis;
Classe: Sordariomycetes;	**Espécie**: *Ceratocystis cacaofunesta* .

Na Colômbia, Equador e Trinidad, surtos epidêmicos da doença foram associados a condições de seca, enquanto na Venezuela e Costa Rica, ao contrário, foi mais prevalente após períodos chuvosos, não obstante, a doença ser mais constatada em áreas mais secas e com baixa umidade na Venezuela. Condições ambientais adversas contribuem para a debilitação das plantas, favorecendo o processo de infecção do fungo e morte do cacaueiro.

4.2. Hospedeiros

A espécie *Ceratocystis fimbriata*, originalmente descrita, encontra-se distribuída em todo o mundo, atacando uma ampla gama de hospedeiros, podendo afetar mais de 50 famílias das Angiospermas, entre as quais se incluem espécies de valor econômico, tais como: coco, café, seringueira, batata doce, manga e cacau. Como hospedeiros adicionais, citam-se: cássia, crotalária e mamona.

4.3. Sintomas

Os sintomas clássicos da doença são caracterizados pelo aparecimento de murcha, amarelecimento e seca das folhas, de forma parcial ou generalizada, a depender do local da infecção (Figuras 6a; 6b; e 6c). À medida que as folhas perdem a turgidez, pendem-se verticalmente, enrolam e secam, permanecendo aderidas à planta por algumas semanas, mesmo após sua morte aparente (Figura 6c).

As partes lenhosas infectadas apresentam lesões necróticas deprimidas, em forma de cancro, resultantes da penetração do fungo por ferimentos produzidos durante as práticas de poda, limpeza do solo, desbrota e colheita. Tais cancros são comumente observados desde a região próxima ao coleto, até as bifurcações

Figura 6. Sintomas da murcha de ceratocystis em cacaueiro: (a) planta jovem com sintomas de murcha, amarelecimento e seca das folhas; (b) enxerto apresentando sintoma de murcha, amarelecimento e seca das folhas; (c) cacaueiro adulto com seca das folhas que permanecem aderidas à planta; (d, e, f) cancros e lesões necróticas iniciadas a partir de ferimentos na casca; (g, h) necrose interna atingindo grandes extensões do lenho. Fonte: Ceplac.

dos galhos (forquilha) (Figuras 6d; 6e; 6f; e Figuras 7a; 7b; e 7c). Eles assumem uma coloração escura, onde se observa com frequência, a exsudação de um líquido avermelhado (Figuras 6d; 6f; e 7b). Internamente, a área necrosada apresenta coloração castanho-avermelhada, às vezes púrpura, podendo se estender tanto para cima quanto para baixo do ponto de penetração, mas diminuindo em intensidade em direção aos tecidos sadios (Figuras 6g; 6h; e 7c). Há também variações na coloração com o aparecimento de estrias.

Uma característica importante na diagnose da murcha de ceratocystis é a associação com coleobrocas dos gêneros *Xyleborus* e *Xylosandrus*, que ao produzirem galerias em plantas infectadas, liberam fragmentos de madeira (pó de serra), o que facilita a identificação da doença em campo (Figura 7f).

Figura 7. Sintomas da murcha de ceratocystis em cacaueiro: (a, b) sintomas externos; (c) internos sobre o caule; (a, b, c, e, f) lesões causadas por ferimentos durante a poda, colheita e enxertia; (d, e) plantas com enxertos vivos ou (f) mortos pela doença. Fonte: Ceplac.

4.4. Epidemiologia

A murcha causada por Ceratocystis é uma doença complexa que afeta várias plantas em todo o mundo. Sua epidemiologia é caracterizada pela presença de múltiplas fontes de inóculo e mecanismos de dispersão, incluindo vetores biológicos e atividades humanas. São fontes de inóculo as plantas doentes ou mortas, incluindo suas raízes, troncos e ramos, além do solo contaminado com esporos de *C. cacaofunesta*. O patógeno pode ser disseminado por material vegetativo infectado e ferramentas contaminadas, a exemplo do facão usado em práticas agrícolas como a poda e roçagem, sendo esta uma das razões pelas quais é chamado de "Mal do facão".

Os mecanismos de dispersão incluem vetores biológicos, como insetos e dispersão mecânica através de práticas agrícolas, como a poda inadequada ou o manejo inadequado de resíduos vegetais. Além disso, o transporte de material vegetativo

As epidemias podem surgir quando há uma conjunção de fatores favoráveis, tais como: ferimentos nas plantas, alta densidade de inóculo e presença de vetores eficazes. A atividade humana desempenha um papel significativo na disseminação da doença, através de práticas agrícolas e de manejo florestal que podem aumentar a suscetibilidade das plantas à infecção. Ferimentos causados durante a colheita, poda ou outras operações podem aumentar a suscetibilidade das plantas à infecção pelo fungo. O controle da doença envolve uma abordagem integrada que inclui medidas preventivas, como a seleção de plantas resistentes e estratégias de manejo, como controle de vetores e uso de fungicidas.

4.5. Manejo da doença

O manejo envolve o emprego de práticas culturais com o objetivo de reduzir as fontes de inóculo, responsáveis pelo início de surtos epidêmicos e evitar a disseminação da doença. As medidas consistem no controle químico para reduzir a população de insetos na área, controle do fungo, além da resistência genética, embora nem sempre o controle químico ou a destruição de restos de plantas infectadas, apresentem os efeitos esperados. Contudo, há situações em que tais práticas são desejáveis, na medida em que proporcionam diminuição no nível de inóculo e redução da população de insetos na área.

Entre as práticas que visam minimizar os danos mecânicos provocados no manejo cultural através da poda, colheita e roçagem, mencionam-se: a esterilização de ferramentas com solução de hipoclorito de sódio a 1% (água sanitária a 1:1 em água); a remoção cirúrgica de tecidos infectados e a proteção dos tecidos expostos com uma pasta fungicida (óxido cuproso).

Os resultados obtidos com fungicidas sistêmicos mostram-se bastante promissores. No Equador, a aplicação de tiofanato metílico no solo reduziu a incidência da doença em mudas inoculadas, enquanto na Venezuela, resultados similares foram obtidos com o fungicida benomil.

Uma das melhores opções para o manejo da murcha de ceratocystis é a resistência genética. Trabalhos realizados na Costa Rica mostraram que os materiais genéticos IMC 67, Pound 12 e SPA 9 apresentaram maior resistência à doença, enquanto na Colômbia, os clones ICS 6, TSA 654 e ICS 95 mostraram melhor resultado. No Brasil, os materiais FB-21, IMC-67, Cacau Jaca, LP-06, PH-159, PS-1319, SL-70, TSH-1188, Cacau parazinho, CEPEC-2008 (VB-547), CEPEC-2007 (VB-681), VB-1139 e VB-1159, apresentaram maior resistência em avaliações realizadas em casa de vegetação. Por outro lado o CCN51 mostra-se como suscetivel a doença.

É importante que os agricultores, pesquisadores e a indústria do cacau continuem colaborando para identificar, desenvolver e promover variedades de cacau resistentes a doenças como a murcha de Ceratocystis. Isso contribui para a diversificação genética e a resiliência das plantações, reduzindo os riscos associados a doenças específicas.

5. MURCHA DE VERTICILLIUM

A murcha de verticillium, conhecida como "morte súbita" foi registrada pela primeira vez no Brasil em 1938, mas permaneceu com sua etiologia sem definição até a década de 1980. Além do Brasil, a doença foi descrita em São Tomé e Príncipe, Sri Lanka, Gabão, Malásia, Uganda, Colômbia, Equador, República Democrática do Congo e Peru. Em Uganda, teve sua etiologia atribuída ao fungo *Verticillium dahliae* Kleb. No Brasil, o fungo *V. dahliae* foi inicialmente isolado de material proveniente do município de Linhares, Espírito Santo, o qual apresentava sintomas típicos da morte súbita, e em seguida, de diversos municípios do sul da Bahia, quando a doença passou a receber a denominação de murcha de verticillium.

5.1. Etiologia

A doença é causada por *Verticillium dahliae* Kleb., fungo pertencente ao:

Reino: Fungi;
Filo: Ascomycosta;
Sub-Filho: Pezizomycotina;
Classe: Sordariomycetes;
Sub-Classe: Hypocreomycetidae;
Ordem: Hypocreales;
Família: Incertae sedis;
Gênero: Verticillium**;**
Espécie: *Verticillium dahliae*.

O fungo apresenta conidióforos verticilados característicos, que são portadores de conídios hialinos, unicelulares com formato oval a oblongo. O que o distingue de *V. alboatrum* Reinke & Berthold., outra importante espécie do gênero, é a produção de estruturas de resistência conhecidas como micro esclerócios (Figura 8d).

5.2. Hospedeiros

O círculo de hospedeiros de *V. dahliae* é bastante amplo, incluindo tanto plantas lenhosas quanto herbáceas, cultivadas ou não. No Brasil, o fungo é mais prevalente nas culturas de algodão, quiabo, berinjela, jiló e tomate.

5.3. Sintomas

Os sintomas da murcha de verticillium são semelhantes aos da murcha de ceratocystis; eles iniciam com o amarelecimento das folhas que permanecem túrgidas, pendem verticalmente, secam, enrolam e permanecem aderidas à planta, mesmo após sua morte aparente (Figura 8a).

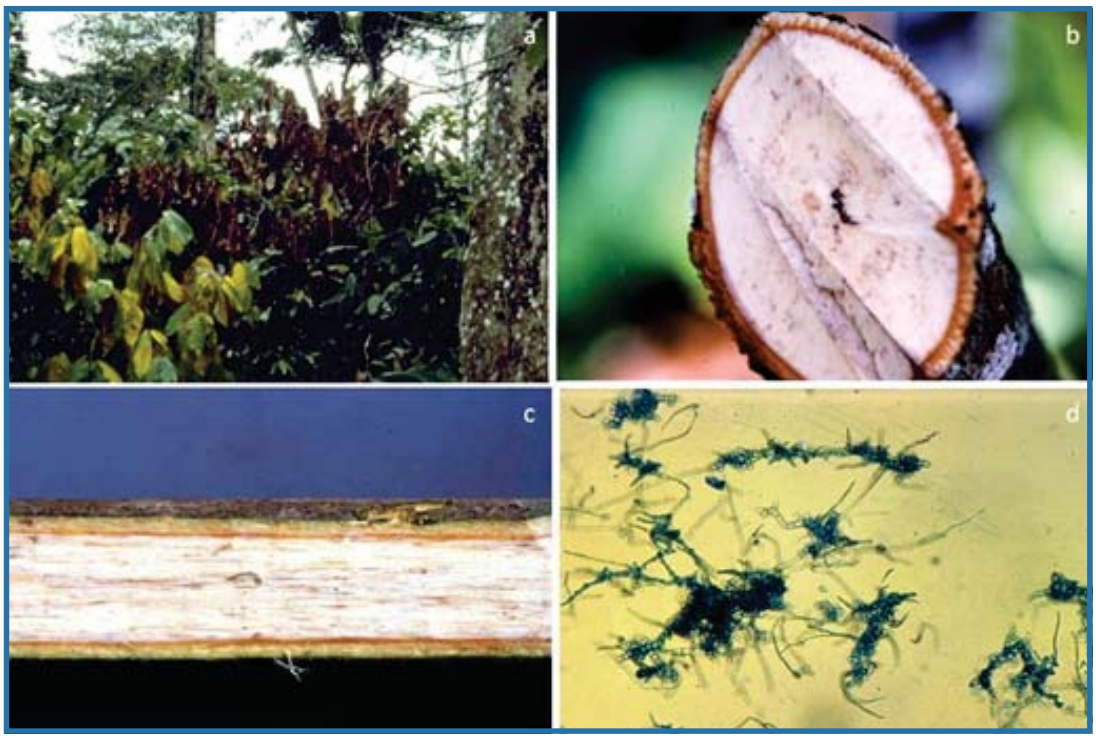


Figura 8. Sintomas da murcha de verticillium do cacaueiro: (a) amarelecimento e seca das folhas que permanecem presas à planta; (b, c) descoloração vascular na forma de pontuações e listras descontínuas em cortes: (b) transversais e (c) longitudinais; (d) microesclerócios produzidos pelo fungo. Fonte: Ceplac.

Nas plantas infectadas, as folhas murcham e secam repentinamente, e nem sempre apresentam sintomas de amarelecimento. Outras vezes, os sintomas manifestam-se mais severos em alguns galhos do que no restante da planta, a depender do nível de obstrução vascular. Em tais casos, apenas os galhos afetados ficam secos, enquanto os demais permanecem aparentemente sadios. Em algumas situações, as folhas apresentam clorose marginal, evoluindo para a necrose e queima dos bordos.

Plantas secas, aparentemente mortas, apresentam a capacidade de regenerar quando cortadas, emitindo brotações na base ou na parte superior do caule, já que o sistema radicular ainda se encontra sadio, desempenhando normalmente suas funções. Tais brotações nem sempre sobrevivem, sendo isso dependente do nível de obstrução dos vasos.

Os sintomas e sinais mais importantes na diagnose da doença, a semelhança do que é observado em outros hospedeiros, são as descolorações dos vasos do xilema, que apresentam pontuações escuras em secções transversais (Figura 8b) ou listras descontínuas, em cortes longitudinais (Figura 8c). Ao serem examinadas ao microscópio ótico, pode se notar que o escurecimento e a obstrução vascular são decorrentes da presença de tiloses ou calos de depósitos de goma, ou ainda, da própria necrose das paredes dos vasos do xilema (Figuras 9a; 9b).

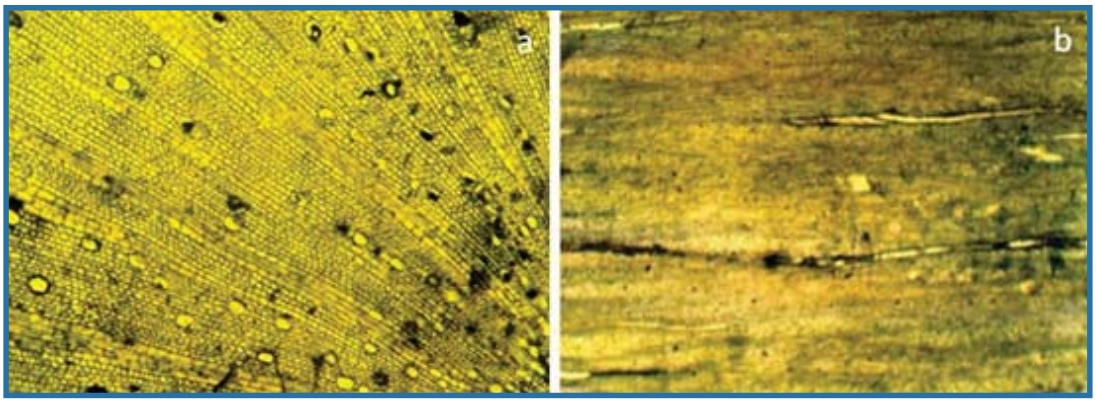


Figura 9. Sintomas da murcha de verticillium do cacaueiro: (a) secções histológicas longitudinais; e (b) transversais, onde se pode observar a obstrução dos vasos do xilema. Fonte: Ceplac.

5.4. Epidemiologia

A murcha de verticillium apresenta importância econômica, principalmente em regiões de transição, onde são registrados períodos secos mais prolongados. Neste caso, observa-se a morte de plantas, quando o déficit hídrico é associado a um maior nível de obstrução vascular. Isso acontece pelo fato de que a planta diminui o potencial hídrico, devido à escassez de água no solo para repor as perdas provocadas pela transpiração, reduzindo demasiadamente a turgidez das folhas. Diante destas condições, as folhas murcham e secam repentinamente. Fato semelhante pode ocorrer em áreas mal sombreadas, onde as plantas mais expostas ao sol estão mais propensas aos efeitos adversos do estresse hídrico.

A produção de microesclerócios, que são estruturas de resistência produzidas pelo fungo, permite sua sobrevivência no solo e em restos de cultura por vários anos. Portanto, é comum se observar a mortalidade de plantas nas áreas de cacaueiros replantados, já no primeiro ano de campo.

5.5. Manejo da doença

Apesar de terem sido identificadas algumas fontes de resistência, para se recomendar novos clones resistentes e produtivos, tal como o clone Pound 7, é preciso realizar a avaliação em experimentos de larga escala, em diferentes regiões.

Em algumas situações, é observada a recuperação de plantas infectadas em condições de campo, através da emissão de gemas axilares, principalmente em materiais com desfolha precoce, fato considerado como indicativo da resistência de tais genótipos.

O controle químico, embora seja uma alternativa viável em um programa de manejo integrado da doença, pode ter pouca eficácia, em virtude da capacidade do

patógeno sobreviver no solo por muitos anos, o que dificulta sua erradicação. Apesar disso, ensaios realizados em laboratório, casa de vegetação e campo, demonstraram a eficiência de fungicidas do grupo dos benzimidazóis no controle da doença, embora sua utilização possa sofrer restrições em função dos altos custos.

Outras medidas de manejo: eliminação e queima de plantas mortas; adubação rica em potássio com o objetivo de aumentar a resistência da planta; e recomposição do sombreamento em áreas deficitárias. Estas práticas são importantes componentes do manejo integrado, pois contribuem para diminuir o nível de inóculo e a disseminação da doença.

6. DOENÇAS DE RAÍZES

6.1. Podridão negra

A podridão negra é uma doença comum em plantas lenhosas tropicais e subtropicais, sendo causada por algumas espécies de *Dematophora (sin.: Rosellinia)*. No Brasil, duas delas foram assinaladas no cacaueiro: *Dematophora pepo* (Pat.) C. Lamb., Wittstein & M. Stadler e *D. bunodes* (Berk. & Broome) C. Lamb., Wittstein & M. Stadler.

A espécie *Dematophora bunodes* tem distribuição geográfica mais generalizada, ocorrendo nas Américas, África e Ásia. No Brasil, a espécie mais prevalente é *D. pepo*, que causa danos principalmente em plantas lenhosas em áreas recém-desmatadas.

6.1.1. Etiologia

No cacaueiro, a podridão negra é causada por três espécies: *Dematophora pepo* (Pat.) C. Lamb., Wittstein & M. Stadler., *D. bunodes* (Berk. & Broome) C. Lamb., Wittstein & M. Stadler. e *D. paraguayensis* (Starbäck) C. Lamb., Wittstein & M. Stadler.

Reino: Fungi;	**Sub-Classe:** Xylariomycetidae;
Filo: Ascomycota;	**Ordem:** Xylariales;
Sub-Filo: Pezizomycotina;	**Família:** Xylariaceae;
Classe: Sordariomycetes;	**Gênero:** Dematophora

6.1.2. Hospedeiros

A podridão negra além de ser uma doença de importância para o cultivo do cacaueiro, também ocorre nas culturas do café, seringueira, citros, abacate, banana, guandu, cânfora, mandioca, crotalária, gengibre, fruta-pão, inhame japonês, noz-moscada, taioba, pimenta-do-reino e chá. Na região cacaueira da Bahia, o fungo *D.*

pepo também foi registrado na eritrina, noz-moscada, cravo-da-índia, seringueira, mangostão, cupuaçu, além de pinha-do-sertão, ao passo que, *D. bunodes* só foi encontrada em cacaueiro e cafeeiro.

6.1.3. Sintomas

Nos cacaueiros novos, os sintomas da podridão negra se caracterizam pela ocorrência generalizada de necrose no sistema radicular, que se alastra de maneira relativamente rápida; na parte aérea, as folhas murcham, amarelecem e secam, permanecendo presas à planta, mesmo após a sua morte (Figura 10).

Nos cacaueiros adultos, a doença progride mais lentamente, até as folhas murcharem, secarem e caírem, deixando as plantas desfolhadas. Em algumas situações, as plantas podem emitir brotações ao longo do tronco, sendo que suas folhas se mantêm cloróticas e pequenas. Neste caso, quando o fungo atinge a região do coleto, verifica-se a morte da planta.

Figura 10. Plântula de cacau morta por podridão em área replantada com mudas. Fonte: Ceplac.

Sob condições de alta umidade, pode-se observar o crescimento micelial do fungo desde o sistema radicular até acima da região do coleto. Inicialmente, o micélio apresenta coloração cinza escuro, evoluindo depois para preto, com margens mais claras; após a fusão do micélio, aprece uma massa carbonácea com superfície lanosa (Figura 11a). Algumas vezes, em função da umidade, pode se observar o crescimento de estruturas do fungo diretamente no solo, aderidas às raízes (Figura 11b).

Sintomas e sinais importantes na diagnose da doença em campo, caracterizados pela presença de rizomorfas em forma de leque ou estrela, são visualizados sobre o lenho, após a remoção da casca (Figuras 11c; 11d).

6.1.4. Epidemiologia

No sul da Bahia, além do cacaueiro, a espécie *D. pepo* foi constatada em diversos hospedeiros, entre os quais se destaca a eritrina. Considerando que o fungo cresce na matéria orgânica do solo e que o contato entre as raízes sadias e infectadas favorece a sua disseminação, reconhece-se que a eritrina pode ter um importante papel na

Figura 11. Raízes de cacaueiro com sintomas de podridão: (a) crescimento micelial do fungo até acima do coleto; (b) diretamente sobre o solo aderido às raízes; (c, d) sintomas e sinais característicos, em forma de leque ou estrela, sobre o lenho, visualizado após a remoção da casca. Fonte: Ceplac.

disseminação do fungo a maiores distâncias, por possuir um sistema radicular bem desenvolvido. Por essa razão, a podridão-negra ocorre normalmente em reboleiras, apresentando maior incidência em certos hospedeiros que em outros, a depender da disponibilidade de matéria orgânica do solo.

A incidência da doença pode ser insignificante em algumas localidades com baixas precipitações pluviométricas, onde é observada pouca acumulação de matéria orgânica, como também, em áreas com relevos planos e sombreamento deficitário.

Há suspeita que a incidência e severidade da doença seja influenciada pelos seguintes fatores: pH, nível de nitrogênio no solo, teor de matéria orgânica, taxa de nitrificação e disponibilidade de potássio e fósforo; contudo, apenas a deficiência de fósforo mostrou ser um fator prevalente em todas as áreas estudadas. Mesmo não tendo sido realizados estudos epidemiológicos no Brasil, se tem notado uma forte tendência de a doença ocorrer em solos mais leves e bem drenados.

6.2. Podridão vermelha

A podridão vermelha, depois da podridão-negra, é a doença radicular de maior importância no cacaueiro no Brasil, ocorrendo com maior frequência em plantios entre quatro e seis anos de idade. Ela possui distribuição mundial, embora seja de particular importância na Indonésia e Malásia, onde afeta as culturas do dendê e seringueira, causando a redução de até 50% do estande.

6.2.1. Etiologia

A doença é causada pelo fungo *Ganoderma philippii* (Bres. & Henn. ex Sacc.) Bres.

Reino: Fungi;	**Ordem:** Polyporales;
Filo: Basidiomycota;	**Família:** Ganodermataceae;
Sub-Filo: Agaricomycotina;	**Gênero:** Ganoderma;
Classe: Agaricomycetes;	**Espécie:** *Ganoderma philippii*.

6.2.2. Hospedeiros

A podridão vermelha não ocorre somente em plantas lenhosas. Além da seringueira e do cacaueiro, ela pode ser encontrada nas culturas do chá, coco, cânfora, café, mandioca e dendê. No sul da Bahia foi registrada em outros cultivos de importância econômica, como cravo da índia, mandioca, guaraná e urucum.

6.2.3. Sintomas

Os sintomas iniciais da doença são caracterizados por murcha, amarelecimento e seca generalizada das folhas, as quais permanecem presas à planta por algum tempo (Figura 12a). Com a evolução dos sintomas, o sistema radicular, incluindo a raiz pivotante, apresenta-se necrosado até o coleto e revestido por rizomorfas escuras. À medida que as rizomorfas coalescem, partículas de solo e restos vegetais vão aderindo-se a elas, para formar uma crosta escura (Figuras 12b; 12c). Ao se manusear

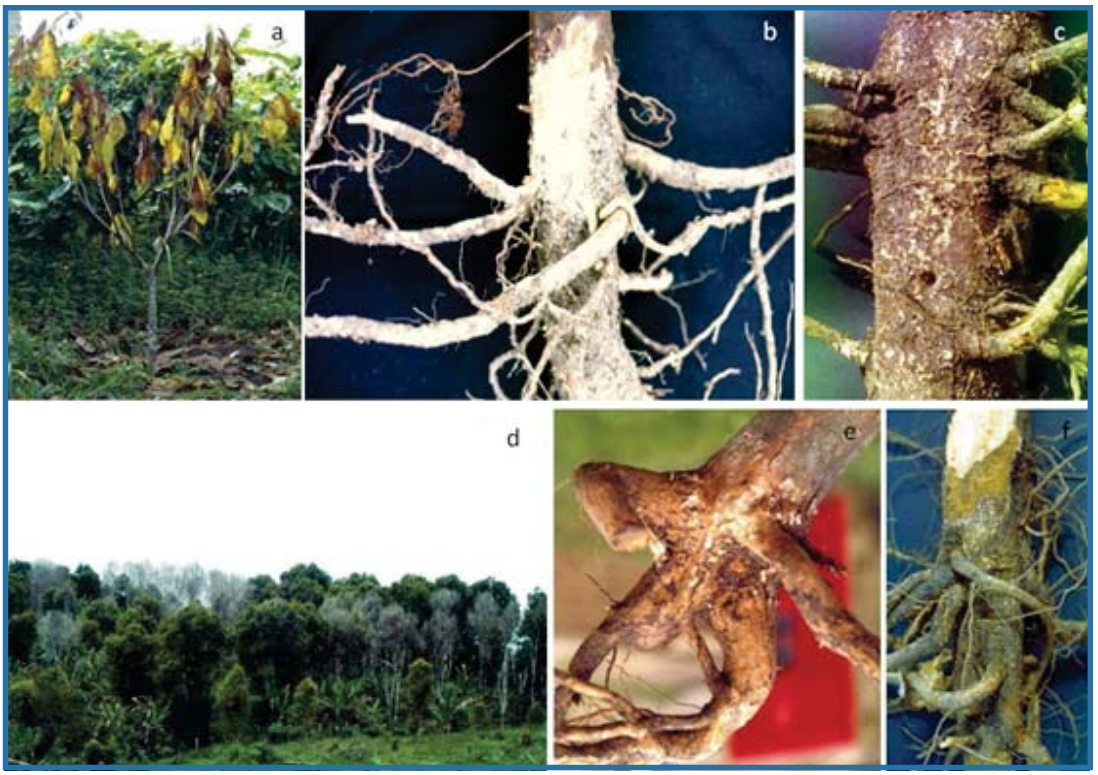


Figura 12. Sintomas da podridão-vermelha em cacaueiro e outros hospedeiros: (a) murcha, amarelecimento e seca das folhas em cacau; (b, c) sobre o seu sistema radicular; (d) em um plantio de cravo-da-índia; (e) sobre suas raízes; e (f) e sobre o sistema radicular do guaranazeiro. Fonte: Ceplac.

o sistema radicular, a crosta se desprende com facilidade, deixando exposto o micélio esbranquiçado do fungo (Figuras 12b; 12c).

Os sintomas e sinais da podridão vermelha são bastante semelhantes aos observados nos demais cultivos em que a doença já foi identificada no sul da Bahia (Figuras 12d; 12e; e 12f). Eles são facilmente diferenciados daqueles da podridão negra, uma vez que as rizomorfas em forma de leque ou estrela não são observadas na primeira.

6.2.4. Epidemiologia

O Ganoderma philippii é considerado um patógeno fraco, que sobrevive em tecidos doentes ou mortos. Sua disseminação ocorre, principalmente, através do contato entre as raízes sadias com as fontes de inóculo, constituídas por tocos e pedaços de raízes que permanecem no solo por ocasião do preparo do terreno para a implantação da cultura.

Os primeiros casos de morte de plantas em uma área são observados depois de alguns anos, justamente quando as raízes do cacaueiro, já bem desenvolvidas,

começam a entrar em contato com as fontes de inóculo. É desta forma que surgem os primeiros focos da doença numa área.

O processo de infecção é aparentemente lento e os sintomas só são percebidos a partir do momento que a raiz pivotante e o coleto são atingidos. As rizomorfas raramente crescem mais que poucos centímetros além do ponto de penetração do fungo, não sendo observado seu crescimento diretamente no solo, nem existem evidências de que infecções possam ser originadas diretamente de basidiósporos. Desta forma, a disseminação da doença fica restrita basicamente ao contato entre raízes sadias e infectadas.

A maior incidência da doença em cacaueiros com idade entre quatro e seis anos está relacionada ao fato de que, nesta fase, as fontes originais de inóculo já se encontram em processo avançado de decomposição, não servindo mais como fonte de alimento para a sobrevivência do patógeno. Por outro lado, cacaueiros infectados, que podem servir como fonte de inóculo, são às vezes eliminados para que seja procedido o replantio do local.

Alguns fatores ambientais têm sido correlacionados com o progresso da doença. O clima seco, por exemplo, pode acentuar a severidade da enfermidade, contribuindo para a morte mais rápida da planta. Má drenagem do solo, inundação, manejo inadequado, permitindo a proliferação de plantas invasoras e as deficiências nutricionais, são fatores que podem predispor a planta à infecção.

Em alguns locais do sul da Bahia, o consórcio do cacau com mandioca contribuiu para a ocorrência de surtos epidêmicos da doença. Nessas áreas, a mandioca era plantada entre fileiras dos cacaueiros, levando a diminuição da distância entre plantas sadias e infectadas, o que contribuiu para a maior disseminação e incidência da doença.

7. CANCROS

O cancro do cacaueiro é uma doença de ocorrência bastante antiga com seus primeiros registros remontando ao século XIX. Por muitos anos, ao se observar qualquer ocorrência de cancro numa área, invariavelmente se atribuía ao fungo *Phytophthora palmivora* (Butl.) Butl. Entretanto, mais recentemente, outros tipos de cancro foram identificados, a exemplo do cancro de *Lasiodiplodia* e de um associado ao fungo *Nectria* sp.

7.1. Cancro de *Phytophthora*

O cancro causado por *Phytophthora* foi descrito pela primeira vez por Porter, em 1833, sendo sua etiologia esclarecida em 1910, por Rorer e Petch, trabalhando, respectivamente, em Trinidad e Sri Lanka. A doença não tem causado preocupações

muito sérias no Brasil, entretanto, em condições climáticas favoráveis a doença, podem ocorrer prejuízos acentuados, como foram os casos dos surtos observados na Bahia em 1970, e principalmente, na epidemia que ocorreu na Bahia e Espírito Santo em 1979, quando foi registrado um grande número de plantas mortas.

7.1.1. Etiologia

Durante muito tempo, o agente causal da doença foi conhecido como *Phytophthora palmívora* (Butl.) Butl., mas sabe-se que outras espécies do gênero podem estar envolvidas na sua etiologia.

Em 2021, foi descoberta a *Phytophthora theobromicola,* a qual induz maiores taxas de expansão da lesão necrótica, quando comparado a *P. palmívora*. A hierarquia taxonômica para o gênero é apresentada no subtópico 3, na descrição do tema **Podridão Parda.**

7.1.2. Hospedeiros

O gênero *Phytophthora* compreende 43 espécies válidas. Entre seus hospedeiros há um número cada vez mais expressivo de plantas cultivadas, incluindo cultivos alimentares, essências florestais, plantas ornamentais, fruteiras tropicais e subtropicais, além de cultivos industriais importantes, como o cacaueiro. A maioria dos hospedeiros das três espécies que causam a podridão parda no Brasil é nativa. Isso também ocorre com este gênero, tanto na Ásia e África, quanto em outros países das Américas.

7.1.3. Sintomas

Os sintomas do cancro de *Phytophthora* são caracterizados pelo aparecimento de manchas mais ou menos circulares a oblongas sobre o tronco, as quais apresentam margens difusas e coloração roxa a preta, podendo variar em intensidade e apresentarem aparência seca. Em estágio mais avançado, um líquido avermelhado é normalmente exsudado das áreas necrosadas e de rachaduras na casca, formando um depósito castanho-avermelhado, com as áreas em torno delas apresentando-se deprimidas.

Os sintomas de cancro são observados com maior frequência na base do tronco até a uma altura de um metro do solo, podendo atingir em torno de 50 cm de comprimento, além de tomar todo o diâmetro. Com a remoção da casca observa-se uma lesão necrótica sobre o lenho, característica da doença (Figuras 13e; 13f).

7.1.4. Epidemiologia

Somente em condições extremamente favoráveis é que se tem observado a ocorrência de surtos epidêmicos do cancro de *Phytophthora*. O surto da doença, observado no ano de1970 na Bahia, foi associado a temperaturas baixas e chuvas intensas e prolongadas, enquanto, que aquele registrado em 1979 foi atribuído a um período prolongado de chuvas, que provocaram grandes inundações ao longo dos vales dos rios Pardo e Jequitinha na Bahia, e Rio Doce no Espírito Santo. Torna-se claro, portanto, que suas maiores incidências estão associadas a períodos de saturação de umidade, provocados por chuvas prolongadas e com temperaturas baixas.

7.2. Cancro de Lasiodiplodia

O cancro de Lasiodiplodia é associado a condições ambientais completamente diferentes das que favorecem o cancro de *Phytophthora*. A doença é mais frequente em climas secos, em áreas com sombreamento deficitário e em solos menos férteis, condições estas desfavoráveis a doenças causadas por espécies do gênero *Phytophthora*. Entre os patógenos associados aos sintomas de cancro em cacaueiro, citam-se espécies de *Fusarium,* além do fungo *Lasiodiplodia theobromae* (Pat.) Griffon & Maubl.

7.2.1. Etiologia

O fungo tem a seguinte classificação:

Reino: Fungi;	**Ordem:** Botryosphaeriales;
Filo: Ascomycota;	**Família:** Botryosphaeriaceae;
Sub-Filo: Pezizomycotina;	**Gênero:** Lasiodiplodia;
Classe: Dothideomycetes;	**Espécie:** *Lasiodiplodia theobromae.*

7.2.2. Hospedeiros

O *Lasiodiplodia theobromae* é um fungo saprofítico ou um patógeno secundário, que necessita de ferimentos para penetrar nos tecidos do hospedeiro. Este patógeno apresenta ampla distribuição mundial, sendo encontrado mais frequentemente em áreas com temperaturas mais elevadas. O *Lasiodiplodia* tem como hospedeiros, pelo menos 280 gêneros de plantas vasculares, sendo os mais importantes, os seguintes: bananeira, cacaueiro, coco, dendê, seringueira, mandioca, inhame, batata doce, citros, soja, algodão, quiabo, tomate, mamona e mangueira.

7.2.3. Sintomas

O cancro de Lasiodiplodia pode assumir importância econômica em municípios localizados principalmente em áreas de transição da região cacaueira da Bahia. Em 1982, foi registrada grande mortalidade de cacaueiros em áreas conhecidas como de "renovação por baixo", nos municípios de Pau Brasil e Itapé, na Bahia, onde plantios tradicionais decadentes foram replantados e já apresentavam plantas de um e meio a dois anos de idade com alta incidência da doença.

Os sintomas são caracterizados pelo aparecimento de manchas escuras nas partes lenhosas da planta (Figura 13a), correspondentes a áreas necróticas de coloração castanha a avermelhada no lenho. Tais lesões assumem proporções superiores àquelas observadas sobre a casca, chegando a atingir quase todo o diâmetro do lenho (Figuras 13b; 13c; e 13d).

Na fase avançada, a casca apresenta-se com consistência endurecida, enrugada e com rachaduras (Figura 13a). À medida que a necrose atinge a maior parte do diâmetro das partes lenhosas, observa-se a murcha, o amarelecimento e a seca da folhagem. Estes sintomas podem se manifestar de forma parcial em um ou outro galho, ou em toda a planta, a depender do local onde ocorra a infecção.

Em cacaueiros jovens ou em tecidos em processo de crescimento ativo são observadas áreas hipertrofiadas (Figura 13d), as quais, na medida em que a doença progride, apresentam rachaduras na casca com a exsudação de um líquido avermelhado. Ao se efetuar punturas com o facão em tais áreas, é observada a liberação de água sob forte pressão.

7.2.4. Epidemiologia

Durante muito tempo, ao se referir ao agente etiológico do cancro do cacaueiro, o fungo *Phytophthora palmivora* era mencionado, ainda que os sintomas diferissem dos provocados por outras espécies de *Phytophthora* e que as condições ambientais fossem desfavoráveis a elas. O fungo *L. theobromae,* à semelhança de *P. palmivora,* infecta frutos, causando a doença conhecida como podridão-mole. Em áreas-foco do cancro, a sua incidência sobre frutos é mais elevada. O fungo também está envolvido na etiologia da morte descendente, sendo considerado como um invasor secundário ao lado de *Albonectria rigidiuscula* e *Colletotrichum gloeosporioides*.

O cancro de Lasiodiplodia apresenta maior incidência e severidade em plantas com baixo vigor vegetativo, submetidas a condições de estresse, em áreas expostas ao sol, onde se observa maior infestação e ataque de insetos. Por ser um patógeno fraco ou um colonizador secundário, sua ocorrência é associada a ferimentos provocados durante a poda e a colheita.

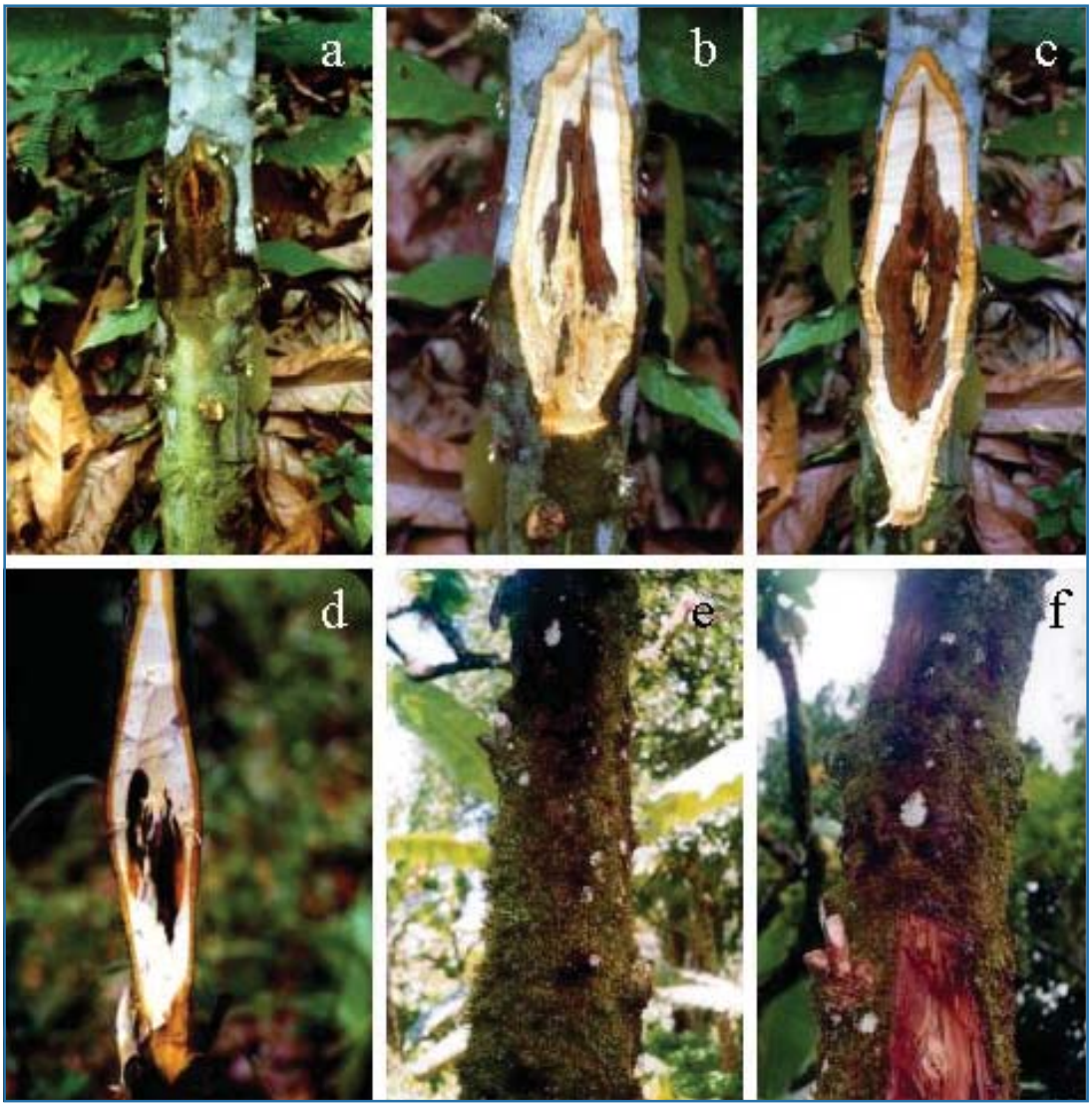


Figura 13. Sintomas dos cancros de Phytophthora e Lasiodiplodia em cacaueiro: (a) lesões deprimidas no local de penetração do fungo, sobressaindo; (b, c, d) áreas necrosadas escuras sobre a casca; (b, c) cortes, progressivamente, mais profundos no lenho, mostrando a dimensão da área necrosada; (d) hipertrofia em caule e galhos de plantas jovens; (e, f) sintomas do cancro do *Phytophthora*. Fonte: Ceplac.

Em condições favoráveis, o fungo pode se tornar mais agressivo, chegando a causar perdas consideráveis, principalmente em locais conhecidos como zonas de "transição" da região cacaueira do estado da Bahia.

7.2.5. Manejo da doença

As estratégias direcionadas para o manejo da doença compreendem a adoção de medidas profiláticas e terapêuticas envolvendo a remoção cirúrgica de tecidos atacados e a proteção das áreas expostas com uma pasta cicatrizante à base de fungicidas cúpricos ou de mancozeb.

Nos casos em que a doença ocorre em ramos e galhos (cancro de Lasiodiploida) é recomendada sua eliminação a 20 ou 30 cm abaixo das áreas necrosadas. No caule, quando a doença se encontra ainda em fase inicial, deve-se fazer a remoção dos tecidos infectados, mas com o progresso da doença, esta prática pode se tornar inviável, em decorrência dos danos já terem atingido a maior parte dos tecidos. Neste caso, recomenda-se proceder a decepa ou recepa da planta, 20 ou 30 cm abaixo das áreas necrosadas. Na eliminação dos tecidos afetados, a poda deve ser efetuada em forma de bisel, protegendo-se as áreas expostas com a pasta fungicida.

Plantas afetadas e circunvizinhas devem ser pulverizadas com os fungicidas mencionados, a fim de evitar a disseminação da doença.

Como medidas complementares, recomenda-se evitar danos mecânicos durante as práticas de poda e colheita, regularização do sombreamento e adubação, a fim de facilitar a regeneração das plantas debilitadas. Também se recomendam pulverizações com inseticidas ou misturas destes com fungicidas compatíveis, principalmente em áreas mal sombreadas, onde há maior a infestação de pragas.

8. MORTE DESCENDENTE

A denominação "morte descendente" refere-se ao quadro sintomatológico, caracterizado pela seca progressiva de ramos e galhos, iniciando-se nas extremidades e progredindo no sentido descendente, atingindo o caule e as raízes, e provocando a morte da planta. Tais sintomas não podem ser característicos de uma doença específica, mas como parte constituinte da sintomatologia desta e de outras enfermidades.

Doenças atualmente caracterizadas como murcha de *verticillium* e "*vascular-streak dieback*", anteriormente recebiam a denominação genérica de "*dieback*", ou seja, morte-descendente.

8.1. Etiologia

A morte descendente ocorre em praticamente todos os países onde se cultiva o cacaueiro, podendo estar associada às mais diversas causas (TURNER, 1967). No Brasil, além das doenças com etiologias já esclarecidas que podem apresentar sintomas de morte descendente, ainda são encontrados casos que não se enquadram nas etiologias citadas, podendo estar associados a mais de uma causa primária,

como as mencionadas a seguir: fatores ambientais, fisiológicos e nutricionais adversos, além do ataque de fungos ou insetos, ou ainda, da ação conjunta de dois ou mais destes fatores (THOROLD, 1975; TURNER, 1967; WOOD; LASS, 1985).

A doença é frequentemente encontrada em áreas sujeitas a condições desfavoráveis ao desenvolvimento e vigor da planta, a exemplo do estresse hídrico e nutricional ou em solos pouco profundos e/ou áreas mal sombreadas, que estão mais propensas à ação do vento e ao ataque de insetos.

Os insetos, além de produzirem toxinas, causam danos à planta, abrindo portas de entrada para a penetração de fungos que são classificados como patógenos secundários, tais como *Lasiodipodia theobromae* (Pat.) Griff., *Albonectria rigidiuscula* (Berk. & Broome) e *Colletotrichum gloeosporioides* (Penz.) Sacc.

8.2. Hospedeiros

Os fungos associados à morte descendente são patógenos amplamente distribuídos nos trópicos, os quais ocorrem em um grande número de cultivos que apresentam importância econômica, tais como: mangueira, bananeira, seringueira, cajueiro, inhame, entre outros (MADELIN; UDUEBO, 1974; VERMA; SING, 1971; WALKER, 1950).

8.3. Sintomas

A doença caracteriza-se pela morte de ramos e galhos, iniciando pelas extremidades e evoluindo no sentido descendente, podendo atingir até o sistema radicular e causar a morte da planta, se não forem tomadas medidas para conter o seu progresso.

Os galhos apresentam-se ressecados e com coloração castanha, enquanto as folhas murcham, amarelecem, apresentando margens e áreas necrosadas; em seguida, elas tornam-se retorcidas e caem, deixando a planta emponteirada e desfolhada (Figuras 14a; 14b; e 14c). Com o progresso da doença, o tronco e as raízes são atingidos, provocando a morte da planta (Figuras 14d e 14e).

Ao se examinar os tecidos lenhosos, a partir das extremidades dos ramos e galhos, observam-se áreas necrosadas com coloração castanha, que contrasta com a coloração dos tecidos sadios (Figuras 14d e 14e).

8.4. Epidemiologia

Vários fatores têm sido relacionados com o surgimento da morte descendente, entretanto, não tem sido possível explicar uma relação direta com alguma causa isoladamente. Em função disso, a doença tem sido associada às condições que

Figura 14. Sintomas da morte-descendente do cacaueiro: (a) aspecto de uma área afetada; (a, b, c) amarelecimento não generalizado, emponteiramento e desfolha da planta; (d, e) necrose do lenho, apresentando zona de transição entre os tecidos sadios e infectados. Fonte: Ceplac.

desfavorecem a planta, tais como: tipo de solo e seus aspectos químicos e físicos; nutrição desbalanceada; déficit hídrico; sombreamento insuficiente; ação do vento; e ataque de pragas.

8.5. Manejo da doença

Em decorrência da associação com mais de uma causa, o manejo da doença requer o concurso de mais de uma estratégia de controle. Resultados satisfatórios têm sido obtidos com a utilização de medidas, como as descritas a seguir: i) poda e queima de galhos infectados, 25 a 30 cm abaixo da região de transição entre os tecidos doentes e sadios; ii) proteção das áreas expostas com uma pasta fungicida à base de cobre ou mancozeb® a 5%; iii) pulverização de áreas-foco com fungicidas; iv) recomposição do sombreamento; v) controle de pragas; vi) adubação com o objetivo de proporcionar a recuperação das plantas afetadas.

9. GALHA DA ALMOFADA

A galha da almofada ou galha floral, também conhecida como "bulba" floral, é uma doença que compreende um conjunto de sintomas caracterizados por hipertrofia e intensa proliferação de tecidos afetados. É mais frequente em almofadas florais e pode receber as seguintes denominações, a depender do tipo de sintoma observado: galha de ponto verde, floral, de nó (botão), de disco e de leque.

A doença ocorre em quase todos os países produtores de cacau, sendo mais frequente nos países das Américas Central e do Sul, e na Oceania. As maiores incidências da doença foram registradas na Nicarágua, Venezuela, Colômbia e Papua-Nova Guiné. Seus danos são de difícil avaliação, já que podem variar conforme o comportamento dos materiais genéticos em diferentes regiões. No Brasil, a ocorrência da doença tem sido esporádica, tanto na Amazônia quanto no sul da Bahia, não chegando a causar prejuízos sérios.

Atualmente esta doença vem se manifestando com mais frequência em algumas localidades, em função do uso de materiais genéticos, que embora resistentes à vassoura de bruxa, apresentam susceptibilidade a galha de almofada. Fato semelhante foi observado na Costa Rica, onde alguns clones UF apresentaram resistência, enquanto outros mostraram graus variados de susceptibilidade.

9.1. Etiologia

É possível que nem todas as formas conhecidas de galha possuam o mesmo agente etiológico; entretanto, as duas principais que ocorrem em cacau, a de ponto verde e floral, são atribuídas a *Fusarium decemcellulare* Brick. (teleomorfo *Albonectria rigidiuscula* (B. e Br.) Rossman & Samuels). A primeira indicação de que *F. demicelluare* era o agente causal das "galhas" foi realizada nos anos 60, em Gana, por Brunt e Wharton, 1962. No Brasil sua ocorrência é esporádica e genótipo dependente. Classificação do fungo:

Reino: Fungi;
Filo: Ascomycota;
Sub-Filo: Pezizomycotina;
Classe: Sordariomycetes;
Sub-Classe: Hypocreomycetidae;
Ordem: Hypocreales;
Família: Nectriaceae;
Gênero: Fusarium;
Espécie: *Fusarium decemcellulare.*

9.2. Hospedeiros

Existem registros da ocorrência de *F. demicelluare* em várias famílias botânicas como Annonaceae, Sterculiaceae e Malvaceae. Embora a galha floral tenha sido

descrita pela primeira vez no cacaueiro, é provável que esteja relacionada a sintomas bastante semelhantes, observados em outros hospedeiros. Em estudos realizados na Guiana, utilizando-se isolados do fungo obtidos de cacau, a doença foi transmitida para mangueira e *Cajanus sp*. Em sementes de melão e girassol, e plantas de *Vigna ungiculata* inoculadas com isolados de cacau, foi possível a reprodução de alguns sintomas da doença.

9.3. Sintomas

Em outras famílias botânicas, *F. demicellulare* causa doenças conhecidas como seca de ponteiro, cancro, galhas, cancro dos ramos ou superbrotamento. No cerrado este fungo causa uma das mais importantes doenças para a cultura da pinha, a cancrose.

No cacaueiro, o fungo está associado a alguns fitopatógenos como *Lasiodiplodia theobromae* e *P. palmivora,* que podem facilitar a infecção do hospedeiro. Este fungo também está associado a seca do ponteiro, sendo esta doença resultante da sua interação com outros patógenos.

Os sintomas dos principais tipos de galhas são caracterizados pelo desenvolvimento anormal dos tecidos infectados em forma de hipertrofias e superbrotações, notadamente nas almofadas florais (Figuras 15a; 15b; 15c; e 15d). As galhas são formadas pelo desenvolvimento de inúmeras gemas, as quais permanecem compactadas, assumindo

Figura 15. Sintomas da galha floral em cacaueiro: tipos e tamanhos de galhas em diferentes partes da planta (a, b, c, d). Fonte: Ceplac.

a aparência de "couve-flor" com diâmetro variando entre 10 e 15 centímetros, permanecendo ligadas à planta por um pedúnculo curto e lenhoso.

Os tecidos internos possuem coloração clara e textura macia, ramificando-se lateralmente a partir do pedúnculo central. Podem permanecer verdes durante quatro a cinco meses, quando começam a secar, passando a assumir uma coloração castanha. As plantas podem apresentar galhas de ponto verde e floral desde idades jovens; entretanto, sua maior frequência parece estar relacionada com a ativação das almofadas florais durante as etapas iniciais de produção. Com o aumento na idade das plantas, a incidência da doença tende a diminuir.

9.4. Epidemiologia

O patógeno é pouco agressivo, sendo necessária a ocorrência prévia de ferimentos para a infecção. Na Venezuela, a doença ocorre em uma grande diversidade de condições ambientais. Sua maior incidência foi observada em condições de alta luminosidade, em solos adubados e durante períodos com menores precipitações pluviométricas. Na Nicarágua, as incidências mais frequentes e ocorrência dos maiores tamanhos de galhas foram coincidentes com períodos de maior crescimento da planta durante a estação chuvosa. As galhas morrem normalmente no final da estação de crescimento, voltando a se desenvolver no ano seguinte.

Em Trinidad, a doença é mais prevalente durante o período chuvoso em áreas sombreadas, quando há galhas de maior tamanho, principalmente de ponto verde. Na Costa Rica, ao contrário, as maiores incidências e disseminações foram observadas em áreas mal sombreadas. No Brasil, sua ocorrência é esporádica, mas parece ser genótipo dependente.

9.5. Manejo da doença

No Equador, o clone SCA 6 e algumas seleções locais (EET) figuraram entre os materiais que não apresentaram quaisquer sintomas da doença. Na África, as maiores incidências foram registradas nos materiais trinitários, em comparação com os forasteiros amazônicos, amelonados.

No Brasil, em decorrência da sua pouca importância, não foram realizadas pesquisas sobre a doença, sobretudo com controle químico, pois admite-se que não seja uma enfermidade de difícil manejo. Como medida para o controle eficaz da galha de almofada, recomenda-se a remoção cirúrgica dos tecidos afetados e a proteção das áreas expostas com uma pasta fungicida, além da pulverização das plantas infectadas e circunvizinhas, especialmente com fungicidas do grupo dos benzimidazóis.

10. ANTRACNOSE

A antracnose do cacaueiro é encontrada em todos os países produtores de cacau do mundo. A doença afeta folhas, ramos e frutos em qualquer fase de desenvolvimento da planta, sem apresentar muita importância econômica no Brasil, onde os danos são mais pronunciados em folhas e ramos.

10.1. Etiologia

O agente etiológico da antracnose é o fungo *Colletotrichum gloeosporioides Penz*., (teleomorfo *Glomerella cingulata* (Stoneman) Spauld. & H. Schrenk), o qual tem a seguinte classificação:

Reino: Fungi;	**Ordem:** Glomerellales;
Filo: Ascomycota;	**Família:** Glomerellaceae;
Sub-Filo: Pezizomycotina;	**Gênero:** Colletotrichum;
Classe: Sordariomycetes;	**Espécie:** *Colletotrichum gloeosporioides*..

O fungo apresenta conídios hialinos, ovoides a oblongos, produzidos sobre conidióforos simples e alongados, em estruturas sub-epidérmicas conhecidas como acérvulos, além de produzir setas escuras que são características do gênero.

10.2. Hospedeiros

O fungo *C. gloeosporioides* possui distribuição mundial em uma ampla variedade de hospedeiros, muitos dos quais importantes economicamente. A doença é observada com destaque nas culturas de abacate, manga, caju, banana, seringueira e citros.

10.3. Sintomas

O fungo infecta folhas, ramos e frutos; entretanto, sua incidência é maior em folhas, principalmente em lançamentos novos. As folhas infectadas apresentam manchas necróticas escuras, que iniciam no ápice e evoluem para as margens, atingindo quase todo o limbo, quando ocorre o seu enrolamento. Ao infectar pecíolos e ramos, o fungo provoca a queda prematura das folhas, podendo-se observar a emissão de brotações laterais, em algumas situações, dando um aspecto de superbrotamento nos ramos.

Em frutos jovens, os sintomas iniciais são caracterizados pelo aparecimento de pequenas pontuações castanhas e úmidas, que dão origem a lesões necróticas escuras,

circundadas por halos cloróticos, característicos da doença (Figuras 16a e 16b). Com a evolução, a necrose atinge as amêndoas, causando deformação e retardamento no desenvolvimento dos frutos.

Em frutos adultos, os sintomas surgem como manchas escuras, deprimidas, isoladas e úmidas, que ao coalescer, formam lesões maiores (Figuras 16c e 16d), mas, sem causar danos sérios à produção. Em condições climáticas favoráveis, ao se examinar as lesões, pode se notar a presença de uma massa amarelada leitosa, constituída pelos esporos do fungo.

Figura 16. Sintomas da antracnose em frutos de cacau: (a e b) lesões necróticas com halos cloróticos em frutos jovens; (c e d) lesões necróticas escuras, deprimidas, isoladas e úmidas, que ao coalescer vão produzir lesões maiores. Fonte: Ceplac.

10.4. Epidemiologia

As chuvas, os ventos e até mesmo os insetos, exercem importante papel na disseminação da doença, favorecendo intensa esporulação do fungo em ramos e frutos. Em condições de viveiros, a multiplicação e disseminação do fungo ocorrem de forma rápida, favorecidas pela água de irrigação e pelos respingos de água procedentes do solo. Temperaturas mais elevadas favorecem a emissão de lançamentos foliares, especialmente em áreas pouco sombreadas ou a pleno sol, contribuindo para o melhor e mais fácil estabelecimento do fungo.

10.5. Manejo da doença

Uma das medidas recomendadas é a remoção dos tecidos e frutos infectados com objetivo de reduzir o nível de inóculo e a incidência da doença na área. Em plantios adultos, recomenda-se a pulverização com fungicidas à base de cobre, seguindo as orientações adotadas para a podridão parda ou fungicidas à base de mancozeb a 2% do produto comercial (80% do princípio ativo). No manejo da doença em mudas, tanto em viveiros, quanto em campo, o controle deve ser feito de forma preventiva com duas a três aplicações de mancozeb (0,3 % do produto comercial).

11. MAL ROSADO

O mal rosado é um patógeno globalmente distribuído e frequentemente encontrado em países de regiões tropicais e subtropicais. No Brasil, é uma doença pouco observada na região cacaueira da Bahia, embora tenha assumido alguma importância econômica nas décadas de 70 e 80. Apesar de ser encontrada anteriormente causando danos no cacaueiro, esta doença requer mais estudos para a plena convivência com o problema.

11.1. Etiologia

O agente etiológico do mal rosado é o fungo *Necator salmonicolor* (Berk. & Broome) K.H. Larss., Redhead & T.W. May (sin. *Erythricium salmonicolor* (Berk. & Br.) Burdsall), (sin. *Corticium salmonico*lor Berk. & Broome). A sua classificação é apresentada a seguir:

Reino: Fungi;	**Ordem:** Corticiales;
Filo: Basidiomycota;	**Família:** Corticiaceae;
Sub-Filo: Agaricomycotina;	**Gênero:** Necator;
Classe: Agaricomycetes;	**Espécie:** *Necator salmonicolor.*

11.2. Hospedeiros

O fungo já foi causa de danos registrados em mais de 100 gêneros de plantas, sendo algumas de interesse econômico, tais como: cacau, citros, café, chá (*Camelia sinensis* L.), eucalipto, pimenta-do-reino, seringueira, entre outras, podendo ocorrer em plantas utilizadas em coberturas do solo, como: crótons, feijão guandu (*Cajanus cajan* (L.) Huth.) e *Tephrosia* spp.

11.3. Sintomas

O primeiro sinal do patógeno no cacaueiro é o aparecimento de pústulas estéreis e esbranquiçadas em ramos e galhos, que dão origem a um micélio superficial de coloração branca, em formato de teia. Quando o fungo penetra no córtex e no câmbio dos órgãos citados, ocorre o apodrecimento dos tecidos da casca.

O fungo entra na planta pelas aberturas naturais das lenticelas ou rachaduras, formando fendas esbranquiçadas; com o agravamento da doença, essas incrustações assumem a cor salmão ou rosa. Em seguida, o fungo penetra na camada do câmbio, matando os tecidos e causando amarelamento e escurecimento das folhas nos ramos afetados; em casos de infecção severa, ocorre desfolhamento por completo da árvore.

11.4. Epidemiologia

A doença se propaga principalmente pelo vento, embora a chuva também desempenhe um papel na disseminação dentro da copa das árvores. Condições ideais para seu desenvolvimento incluem temperaturas médias de cerca de 25 ºC e alta umidade relativa do ar, enquanto temperaturas acima de 30 ºC inibem os sintomas e a produção de esporos do fungo.

Na Bahia, a doença ocorre sazonalmente, sendo mais comum em áreas com pouca sombra. Ela se manifesta de forma mais intensa entre março/abril e setembro/outubro no Sul da Bahia, e entre abril/maio e agosto/setembro no Recôncavo.

11.5. Manejo da doença

O controle do mal rosado é relativamente fácil. Recomenda-se o corte dos galhos infectados cerca de 20 a 30 centímetros abaixo do tecido afetado, remoção dos ramos da área e aplicação de uma pasta fungicida a 5% à base de cobre ou mancozeb na região afetada. Estas medidas terapêuticas e profiláticas são eficazes para o controle da doença. Além disso, deve-se fazer a pulverização com óxido cuproso e mancozeb, combinada com a poda fitossanitária. Avaliações de fungicidas realizadas no Brasil mostraram que o fungicida sistêmico propiconazole e os protetores óxido cuproso, oxicloreto de cobre, maneb e zineb são eficazes no controle da doença, em condições de campo.

12. VIROSE

12.1. Etiologia

Atualmente, 10 espécies do gênero Badnavírus que infectam o cacaueiro são reconhecidas pelo International Committee on Taxonomy of Viruses (ICTV):

Cacao swollen shoot Togo A vírus;
Cacao swollen shoot Togo B vírus;
Cacao swollen shoot CD vírus;
Cacao swollen shoot CE vírus;
Cacao swollen shoot Ghana Q vírus;
Cacao swollen shoot Ghana M vírus;
Cacao swollen shoot Ghana N vírus;
Cacao bacilliform Sri Lanka vírus;
Cacao mild mosaic vírus;
Cacao yellow vein banding virus.

Fonte: https://talk.ictvonline.org/taxonomy/.

A enfermidade ***Cacao swollen shoot disease*** (CSSD) é uma praga quarentenária, causada por um complexo de espécies do grupo ***Cacao swollen shoot viruses*** (CSSV), sendo sua ocorrência relatada em plantios de cacau na África Ocidental desde 1936, ocasionando a morte de milhares de plantas.

Já no início do século XX, começaram a aparecer as primeiras viroses transmitidas por ácaros do gênero **Brevipalpus** (VTBs). Nas Américas, os badnavírus ***Cacao mild mosaic virus*** (CaMMV) e ***Cacao yellow vein banding virus*** (CYVBV) foram recentemente relatados em plantas de cacau crescendo comercialmente e em árvores mantidas em bancos de germoplasma em Trinidad, Porto Rico e Brasil; porém, os sintomas típicos relacionados ao CSSD, não foram observados (CHINGANDU et al., 2017; PUIG et al., 2020; PUIG, 2021; RAMOS-SOBRINHO et al., 2021).

No Brasil, o primeiro relato de um badnavírus [***cacao mild mosaic virus*** (CaMMV)] afetando o cacaueiro, ocorreu somente em 2021. Mas, o CaMMV também foi descrito em plantios comerciais de cacau em Porto Rico e Trinidad, e bancos de germoplasma e quarentena localizados em Trinidad, Estados Unidos da América (Miami, Flórida) e Reino Unido (Reading, Berkshire). Até agora, somente cinco sequências genômicas completas foram descritas para esses badnavírus, infectando cacau em condições de campo nas Américas, dificultando o desenvolvimento de ferramentas de diagnóstico confiáveis (CHINGANDU et al., 2017; RAMOS-SOBRINHO et al., 2021).

12.2. Hospedeiros

Os vírus em plantas, também conhecidos como fitovírus, constituem uma classe de agentes infecciosos que afetam uma ampla variedade de culturas agrícolas e plantas ornamentais em todo o mundo. Assim como os vírus que afetam animais e humanos, os fitovírus são microrganismos intracelulares obrigatórios, compostos por material genético (DNA ou RNA), envolto ou não por uma cápsula proteica.

12.3. Sintomas

Os sintomas de infecção viral nem sempre são perceptíveis. Algumas plantas, quando infectadas, não mostram os sintomas característicos da doença, sendo impossível selecionar plantas sadias pela simples observação no campo. Embora a sintomatologia possa sugerir a presença do vírus na planta, a confirmação só é feita mediante diagnósticos moleculares.

Em árvores afetadas pelo CaMMV, os frutos podem apresentar uma série de sintomas, incluindo mosaico, manchas, áreas cloróticas e formas anormais. Os sintomas nas folhas são frequentemente caracterizados por faixas vermelhas ao longo das veias, pigmentação rosa próxima às veias e margens, mosaico e faixas amarelas nas veias. Além disso, é possível observar manchas vermelhas, que deram origem ao nome original do vírus, tanto nas folhas quanto nos frutos.

12.4. Transmissão

A maioria dos vírus que afetam as plantas é disseminada ativamente de plantas doentes para plantas sadias, por meio de organismos vivos, conhecidos como vetores. Esses vetores incluem artrópodes que se alimentam de plantas, nematóides e fungos parasitas de plantas. A transmissão ativa acontece rapidamente, muitas vezes em questão de segundos, horas ou dias. Além disso, alguns vírus são transmitidos quando as plantas infectadas são propagadas de forma vegetativa, como por enxertos ou de forma "vertical", através de sementes ou pólen de plantas infectadas, sendo essa última forma de transmissão considerada como importante para a sobrevivência dos vírus durante o inverno.

A transmissão de vírus ocorre por meio de vetores, sendo esse processo altamente específico. Cada vírus pode ser transmitido exclusivamente por um tipo específico de vetor (como no caso de pulgões) e não por outros (como moscas brancas). Por outro lado, cada espécie de vetor, por exemplo, o pulgão verde do pêssego (*Myzus persicae*), pode transmitir alguns vírus, como o vírus da beterraba amarela, mas não é capaz de transmitir outros, como o vírus da tristeza dos citros, mesmo que esses vírus apresentem semelhanças genéticas consideráveis entre si.

O virus CaMMV é transmitido por diversas espécies de cochonilhas e pela utilização de material propagativo infectado durante a enxertia, mesmo de tecido

assintomático. Em Trinidad, o CaMMV tem como seu principal vetor a cochonilha *Planococcus citri*, devido à sua abundância, mobilidade e capacidade de transmissão.

Fora de Trinidad, mais quatro espécies foram adicionadas e confirmadas como vetores do CaMMV: *Dysmicoccus brevipes*, D. sp. perto de brevipes, *Ferrisia virgata* e *Pseudococcus comstocki*.

Após a transmissão do enxerto, os sintomas do vírus aparecem quando novas folhas são produzidas. O período de latência viral é variável para cada espécie, sendo de 40 a 178 dias para CaMMV, 41 a 91 dias para CYVBV e até 20 meses para CSSV.

12.5. Diagnose

A amplificação por PCR é um processo determinante para a diagnose. A detecção do produto de PCR pode ser realizada por meio de eletroforese em gel, uma técnica que utiliza corrente elétrica para separar moléculas em um gel, com base em seu tamanho. Após essa separação, os fragmentos de DNA presentes no gel são destacados por um corante específico para ácidos nucleicos e a presença de uma banda de tamanho apropriado indica a presença do vírus alvo, para o qual os *primers* de DNA foram desenvolvidos. No caso de vírus de RNA, o RNA viral é transcrito "reversamente" em seu complemento de DNA, seguido pela amplificação do DNA resultante por PCR.

Existem primers disponíveis para a detecção do CaMMV por PCR, incluindo um nested PCR que é capaz de identificar diversas cepas distintas. Os resultados de análises de tecido foliar sugerem que o vírus não está uniformemente distribuído, sendo preferível utilizar tecido do pecíolo para diagnóstico molecular, conforme indicado por Puig (2021). No entanto, devido à alta variabilidade genética presente no CaMMV, algumas estirpes podem não ser detectáveis com os *primers* atualmente disponíveis. Para evitar resultados falso positivo, devido à presença de sequências badnavirais integradas, é recomendável realizar o rastreamento com *primers* especialmente desenvolvidos para o CaMMV e o CYVBV. A identidade do *amplicon* pode ser confirmada por meio de sequenciamento Sanger.

12.6. Perspectivas futuras

Diversos estudos visando à caracterização e identificação de possíveis doenças virais e obtenção de clones resistentes estão em andamento em vários países. Estes trabalhos auxiliarão no manejo das viroses que, por sua vez, afetam diretamente na qualidade e no rendimento da colheita. Além disso, o desenvolvimento de ferramentas de diagnóstico para detecção dessas espécies virais auxiliará programas de melhoramento genético do cacaueiro no futuro, visto que esses badnavírus são relatados em plantas mantidas em bancos de germoplasma e quarentena.

Sumário das Doenças do cacaueiro, sintomatologia e medidas de controle

Doenças da parte aérea	Importância econômica	Sintomas	Manejo integrado da doença
Vassoura de bruxa (*Moniliophthora perniciosa* Singer)	Causa grandes perdas na produção de cacau.	Vassouras vegetativas: de copa, ramo e almofada floral Inchamentos/ deformações no caule e frutos Nos frutos causa dez sintomas diferentes, desde fruto morango, cenoura até manchas negras na casca. Internamente, as amêndoas apresentam-se apodrecidas e fortemente aglutinadas.	**Controle cultural:** Remoção periódica de todas as partes afetadas da planta (vassouras vegetativas, almofadas florais e frutos). Tratamento dos casqueiros, fazendo a cobertura até três dias após a quebra, ou aplicando uma solução de ureia a 15 %. **Controle genético:** Utilização de clones de diferentes fontes de resistência com resistência local à doença e alta produtividade **Controle Biológico:** Utilização de bioinsumos com base em microorganismos antagônicos. Aplicação de Tricovab, pelo Trichoderma stromaticum- Tc3551 **Controle químico:** Fungicidas protetivos à base de cobre (óxido cuproso), para proteger os frutos e sistêmico, triazois e strobirulinas
Podridão parda (*Phytophthora* spp.)	Causa prejuízos à produção de cacau, principalmente em época de chuvas intensas, frio e umidade relativa alta. Causa a podridão dos frutos, levando à perda de colheita.	Folhas novas dos brotos e almofadas florais, flores e frutos em todos os estágios. Após a infecção, surgem pequenas lesões de coloração castanho-escuro, na área atacada, causando necrose e consequentemente morte do tecido lesionado. No fruto pode atingir toda a superfície entre 10 e 14 dias.	**Controle cultural:** remoção de frutos infectados, eliminação ou tratamento de casqueiros, adequação do sombreamento definitivo, poda dos cacaueiros e drenagem do solo. **Controle químico:** fungicidas protetivos dos frutos à base de cobre. **Controle genético:** uso de clones resistentes as diferentes espécies **Controle Biologico:** uso de bioinsumos e agentes de biocontole a oomicetos

Murcha de Ceratocystis (*Ceratocystis cacao funesta* Engel.& Harring)	Conhecida como mal do facão, afeta o sistema vascular da planta, causando a murcha das folhas e, eventualmente, a morte da planta.	Os sintomas característicos da doença são observados na parte aérea, primeiramente nas folhas que se tornam amareladas e murchas, pendendo verticalmente e posteriormente ficam retorcidas, secas e permanecem aderidas aos ramos por algumas semanas, mesmo após a morte da planta. Ao se inspecionar galhos, tronco e colo da planta doente, observa-se a presença de lesão necrótica deprimida ou cancro. A lesão inicia com a penetração do fungo, através de ferimentos causados na execução de práticas como poda, limpeza do solo, desbrota e colheita de frutos. A presença de estrias pode ser observada. A morte da planta ocorre pela obstrução dos vasos do lenho, que impede a passagem da seiva bruta para a parte aérea. Observa-se também a presença de *Xileborus* (microbesouros) que produzem uma serragem típica	A primeira medida de controle integrado a ser adotada é não introduzir na fazenda mudas provenientes de plantios com suspeita de ocorrência da doença. Ao se detectar a doença em um plantio deve-se orientar os operários para somente manipularem esta planta no momento específico, geralmente final da jornada de trabalho, quando devem cortar a planta e queimá-la. Toda ferramenta usada na erradicação do cacaueiro doente, bem como nas operações de poda e desbrota em áreas onde a doença ocorre, deve ser desinfectada com hipoclorito de sódio a 10 %. Os trabalhos de poda e desbrota devem ser direcionados às plantas sadias e de modo a não deixar extremidades que dificultam a cicatrização dos cortes. Recomenda-se efetuar inspeções periódicas no plantio para detectar a doença logo no início, para evitar a sua disseminação. As plantas mortas devem ser substituídas por porta-enxertos de material genético resistente, tais como, TSH 1188 e cacau comum.
Murcha de Verticilium (*Verticillium dahliae* Kleb.)	Causa morte repentina da planta, por isso é também conhecida por "morte súbita". Tem baixa importância econômica. Mais comum nos municípios em áreas de transição onde se verificam períodos prolongados de seca, ou plantios a pleno sol	Iniciam geralmente com a murcha e amarelecimento das folhas, que sem a perda aparente da turgidez, pendem verticalmente, secando, enrolando, permanecendo aderidas aos ramos mesmo após a morte aparente da planta. As vezes passam diretamente do estágio de murcha para a seca completa e repentina da folhagem.	Eliminação e queima das plantas mortas, incluindo o sistema radicular, para reduzir a sobrevivência do fungo no solo; adubação rica em potássio, para aumentar a resistência da planta a doenças vasculares, recomposição do sombreamento em áreas raleadas, tudo isso com o propósito de melhorar o convívio com a doença e prolongar a vida útil das plantas.

Antracnose (*Colletotrichum gloeosporioides* Penz.)	Menor importância econômica	Ocorre nas folhas, ramos e frutos. Notam-se manchas necróticas de coloração escura, iniciando normalmente a partir do ápice e evoluindo para as margens. Pode atacar também o pecíolo e ramos, causando queda prematura das folhas, favorecendo a emissão de brotações laterais, dando ao ramo aspecto de superbrotamento.	**Controle cultural:** remoção cirúrgica dos tecidos afetados e proteção das áreas expostas com pasta de fungicida. **Controle químico:** pulverização das plantas infectadas com fungicida sistêmico do grupo dos benzimidazois.
Doenças das Raízes	**Importância econômica**	**Sintomas**	**Manejo integrado da doença**
Podridão negra (*Dematophora spp*)	Doença que ataca a raiz do cacaueiro causando a morte da planta. Tem aumentado muito a incidência nos últimos anos. Ocorrem em áreas onde existem tocos de plantas derrubadas antes ou depois da implantação do cacaual.	Em cacaueiros novos, a necrose do sistema radicular se dá de forma generalizada, enquanto que a parte aérea apresenta sintomas de murcha, amarelecimento e seca das folhas, que permanecem presas à planta, mesmo após sua morte. Em cacaueiros velhos, além desses sintomas descritos: murcha, amarelecimento, seca e queda das folhas. Observa-se o crescimento micelial do fungo sobre a casca, na cor cinza escuro, quase preto, com margens claras, estendendo-se até um pouco acima do nível do coleto, quando ocorre a morte da planta.	Em área com a doença já estabelecida, recomenda-se a erradicação e queima da raiz da planta para evitar a disseminação de novos focos. Em plantas doentes em fase inicial, a aplicação de 2,0kg/planta de calcário ou cal virgem, inclusive em plantas circunvizinhas, pode promover algum sucesso. Isso também é recomendado para o replantio principalmente em locais onde se erradicaram as plantas com a doença.
Podridão vermelha (*Ganoderma philippii* Bress. et Henn)	Tem menor importância que a podridão negra, ocorrendo em plantas com até seis anos.	Os sintomas na fase inicial são: murcha, clorose, amarelecimento e seca generalizada das folhas que permanecem aderidas a planta por algum tempo. Em fase avançada o sistema radicular aparece completamente necrosado até o nível do coleto e revestido por rizormorfos de coloração escura, que encobrem o micélio esbranquiçado do fungo.	Idem Podridão-negra

Cancros	Importância econômica	Sintomas	Manejo integrado da doença
Cancro de Lasiodiplodia *(Lasiodiplodia Theobromae)*	Trata-se de um dos tipos de cancro dos cacaueiros que se manifesta preferencialmente em situações de seca e sombreamento deficitário associada a baixa fertilidade do solo.	Os sintomas são manchas escuras nas partes lenhosas das plantas, sendo as áreas necrosadas de coloração castanha a avermelhada, restritas praticamente aos pontos de penetração do fungo, enquanto que internamente chegam a quase todo o diâmetro do lenho.	Adoção de práticas profiláticas e terapêuticas compreendendo pulverização de fungicidas, remoção cirúrgica dos tecidos infectados e proteção das áreas expostas com pasta a base de fungicidas cúpricos ou mancozeb. Quando os sintomas ocorrem nos galhos recomenda-se o corte abaixo 20 a 30 cm da área necrosada. Quando o ataque for no caule e se encontrar em fase avançada recomenda-se corte em bisel da planta e proteção com pasta fungicida, para permitir a regeneração da planta a partir de brotação basal.
Cancro de Phytophthora *(Phytophthora* spp)	Baixa importância econômica, contudo, em condições climáticas favoráveis, pode causar prejuízos importantes, manifestando-se em surtos epidêmicos. Está associada a condições de temperatura baixa e chuvas excepcionalmente intensas e prolongadas que geralmente provocam inundações.	Provocam rachaduras nas cascas do tronco; quando em estágio mais avançado exudam liquido avermelhado, observado até uma altura máxima de um metro do solo, a partir de manchas de coloração roxa a preta com até 50 cm de comprimento, podendo tomar todo o diâmetro do tronco	Adoção de práticas profiláticas e terapêuticas, compreendendo pulverização de fungicidas, remoção cirúrgica dos tecidos infectados e proteção das áreas expostas com pasta a base de fungicidas cúpricos ou mancozeb. Quando os sintomas ocorrem nos galhos recomenda-se o corte abaixo 20 a 30 cm da área necrosada. Quando o ataque for no caule e se encontrar em fase avançada recomenda-se corte em bisel da planta e proteção com pasta fungicida, para permitir a regeneração da planta a partir de brotação basal.
Outras doenças	**Importância econômica**	**Sintomas**	**Manejo integrado da doença**
"Bulba" floral (*Fusarium decemcelullare* Brick)	De ocorrência esporádica no Brasil, não chegando a causar prejuízos sérios.	Desenvolvimento anormal e hipertrofiado dos tecidos infectados em almofadas florais do tronco e ramos. As bubas ou galhas são formadas por um grande número de gemas que não se desenvolvem, permanecendo compactas com aparência de couve-flor, cujo diâmetro varia entre 10 e 15 cm.	Remoção cirúrgica dos tecidos afetados das plantas infectadas e proteção das áreas afetadas com pasta fungicida e pulverização com fungicida sistêmico do grupo dos benzimidazóis

Outras doenças	Importância econômica	Sintomas	Manejo integrado da doença
Mal rosado (*Necator salmonicolor)*	Atualmente pouco expressiva na Bahia.	Atacam plantios novos com até cinco anos de idade; se caracteriza por apresentar basidiomas e fusos em forma de crosta rosada nas superfícies de ramos e galhos infectados, podendo ser observado o aparecimento de fendas nas cascas (rachaduras), quando localizadas no ponto de esgalhamento (forquilha). Pode ocasionar a seca de toda a copa da planta.	Medidas profiláticas e terapêuticas como remoção de galhos infectados de 20 a 30 cm abaixo do tecido necrosado e proteção dos tecidos expostos com pasta fungicida à base de mancozeb a 5% em associação com pulverizações de oxido cuproso.

13. REFERÊNCIAS

ALMEIDA, L. C. Competição de fungicidas no controle da vassoura de bruxa do cacaueiro. **Informe Técnico,** Belém, Pará: Ceplac/Depea, p. 300-302, 1981.

ALMEIDA, L. C.; ANDEBRHAN, T. Controle químico da vassoura de bruxa. **Informe Técnico,** Belém, Pará: Ceplac/Depea, p. 72-73, 1984.

BASTOS, C. N. Efeito protetor e curativo de fungicidas sobre *C. perniciosa* em mudas de cacaueiros. **Informe de Pesquisas,** Belém, Pará: Ceplac/Depea, p. 58-63, 1987.

BASTOS, C. N. Competição de fungicidas e intervalos de pulverizações no controle da vassoura de bruxa do cacaueiro. **Informe Técnico,** Belém, Pará: Ceplac/Depea, p. 312-314, 1980.

BASTOS, C. N.; COELHO, J. A.; ALBUQUERQUE, P. S. Competição entre fungicidas protetores no controle da vassoura de bruxa do cacaueiro. **Informe de Pesquisas,** Belém, Pará: Ceplac/Depea, p. 45-46, 1987.

BASTOS, C. N.; EVANS, H. C. Ocorrência de *Ceratocystis fimbriata* Eli & Halst. na Amazônia Brasileira. **Acta Amazonica**, Manaus, Amazonas, INPA, v. 8 n. 4, p. 543-544, 1978.

BEZERRA, J. L. et al. Ocorrência de *Ceratocystis fimbriata* em clones de cacau no estado da Bahia. **Fitopatologia Brasileira**, v. 23, p. 228, 1998.

BRAGA, M. C. T.; SILVA, S. D. V. M. Resistência do cacaueiro (*Theobroma cacao* L.) a *Verticillium dahliae* Kleb. **Agrotrópica**, v. 1, p. 116-121, 1989.

CHINGANDU, N. et al. Molecular characterization of previously elusive badnaviruses associated with symptomatic cacao in the New World. **Archives of virology**, v. 162, n. 5, p. 1363-1371, 2017.

LAWRENCE, J. S.; CAMPÊLO, A. M. F. L.; FIGUEIREDO, J. M. de. Enfermidades do cacaueiro. I - Doenças fúngicas que ocorrem nos frutos. **Agrotrópica**, Ilhéus, Bahia, v. 2, p. 121-136, 1990.

LEFKOWITZ, E. J. et al. Virus taxonomy: the database of the International Committee on Taxonomy of Viruses (ICTV). **Nucleic acids research**, v. 46, n. D1, p. 708-717, 2018.

MEDEIROS, A. G. Evolução da podridão-parda nos cacaueiros. **Informe Técnico**, n. 40, 1967.

MEDEIROS, A. G.; BEZERRA, C. S.; MANDARINO, E. P. Considerações práticas sobre o controle químico da podridão parda. Ilhéus: **Ceplac/ Cepec, Extensão Rural**, 1977, 20 p. (Série Cacau no 1).

MEDEIROS, F. H. V. et al. A novel, integrated method for management of witches' broom disease in Cacao in Bahia, Brazil. **Crop Protection**, v. 29, n. 7, p. 704-711, 2010.

MINISTÉRIO DA AGRICULTIRA E PECUÁRIA (MAPA). **Sistema de Agrotóxicos Fitossanitários-Agrofit.** Disponível em: http://extranet.agricultura.gov.br/agrofit_cons/principal_agrofit_ cons. Acesso em: Jan. 2022.

OLIVEIRA, M. L. Doenças do cacaueiro. In: SODRÉ, G. A. (ed.). **Cultivo do cacaueiro no estado da Bahia**. Ilhéus, Bahia: Mapa, Ceplac, Cepec, 2017. cap. 5, p. 67 - 104.

OLIVEIRA, M. L. Podridão negra da raiz do cacaueiro causada por *Rosellinia* spp., no Brasil. **Agrotrópica**, Ilhéus, Bahia: Ceplac/Cepec, v. 4, p. 21-26, 1992.

OLIVEIRA, M. L.; LUZ, E. D. M. N. Principais doenças do cacaueiro e seu manejo. In: VALLE, R. R. (ed.). **Ciência, tecnologia e manejo do cacaueiro.** 2.ed. Brasília, DF: Mapa/Ceplac/Cepec, 2012. p. 187-275.

OLIVEIRA, M. L. de; LUZ, E. D. M. N. **Identificação e manejo das principais doenças do cacaueiro no Brasil**. Ilhéus, Bahia: Ceplac, Cepec, 132 p, 2005.

OLIVEIRA, M. L.; ALMEIDA, L. C. Controle químico da podridão-parda do Cacaueiro com enfoque na redução do inóculo de *Phytophthora* spp. do solo. **Agrotrópica**, Ilhéus, Bahia: Ceplac/Cepec, v. 11, n. 1, p. 19-24, 1999.

PEREIRA, J. L. et al. Primeira ocorrência de vassoura-de-bruxa na principal região produtora de cacau do Brasil. **Agrotrópica**, Ilhéus, Bahia: Ceplac/Cepec, v. 1, n. 1, p. 79-81, 1989.

PLOETZ, R. The impact of diseases on cacao production: a global overview. In: BAILEY, A. B.; MEINHARDT, L.W. (eds). **Cacao diseases: a history of old enemies and new encounters**. London, England: Springer, 2016. p. 33-59.

PUIG, A. S. Detection of cacao mild mosaic virus (CaMMV) using nested PCR and evidence of uneven distribution in leaf tissue. **Agronomy**, v. 11, n. 9, p. 1842, 2021.

PUIG, A. S. et al. First report of cacao mild mosaic virus associated with symptomatic commercial cacao (*Theobroma cacao* L.) trees in Puerto Rico. **Plant Disease**, v. 104, n. 11, p. 3089-3089, 2020.

RAMOS-SOBRINHO, R. et al. First report of cotton leafroll dwarf virus infecting cacao (*Theobroma cacao* L.) trees in Brazil. **Plant Disease**, v. 107, n. 4, p. 1251, 2023.

SODRÉ, G. A. **Cultivo do Cacaueiro no Estado da Bahia.** Ilhéus, Bahia: Ceplac/Cepec, 2017. 126 p.

THOROLD, C. A. **Disease of cocoa.** Oxford, England: Clarendon Press, 1975. 423 p.

TURNER, P. D. Cocoa dieback: a review of present knowledge. Rome, Italy: **FAO Plant Protection Bulletin,** 15:81-101,1967.

UDUEBO, A. E.; MADELIN, M. F. Germination of conidia of Botryodiplodia theobromae in relation to age and environment. **Transactions of the British Mycological Society**, v. 63, n. 1, p. 33-44, 1974.

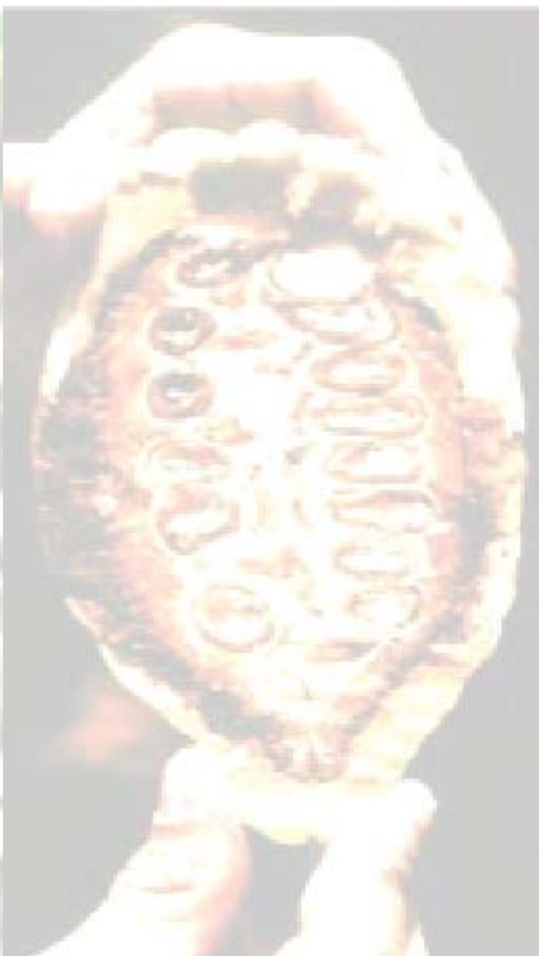
VERMA, O. P.; SINGH, R. D. Epidemiology of mango dieback caused by *Botryodiplodia theobromae* Pat. **Indian Journal of Agriculture Science,** New Dehli, Indian, 40: 813-818, 1970.

WALKER, J. V. **Plant pathology**. 3. ed. New York, McGrawHill, 1950. 819 p.

WOOD, G. A.R.; LASS, R. A. **Cocoa.** 4. ed., London, Great-Britain: Longman, 1985. 620 p.

CAPÍTULO 10

Monilíase do cacaueiro



MONILÍASE DO CACAUEIRO

Karina Peres Gramacho, Adonias de Castro Virgens Filho, Franco Jesus de Andrade

1. ORIGEM E IMPORTÂNCIA

A monilíase do cacaueiro (MO), causada pelo fungo *Moniliophthora roreri* (Cif.) H.C. Evans, Stalpers, Samson & Benny (1978), é considerada a principal doença do cacaueiro. O patógeno infecta os frutos em qualquer fase de desenvolvimento e, em condições favoráveis, pode causar perdas de até 100% na produção de cacau, principalmente em lavouras localizadas em áreas úmidas, com pouca tecnificação e sem manejo (JAIMES SUÁREZ; ARANZAZU HERNÁNDEZ, 2010).

A MO é conhecida por vários nomes em diferentes idiomas. Em português, é chamada de monilíase do cacaueiro e também conhecida erroneamente como podridão aquosa. Em inglês, é conhecida como "*moniliasis, Frosty pod rot* (nome mais aceito), *pod rot of cocoa, Quevedo disease, watery pod rot of cocoa*". Em espanhol é referida como "*aguado del cacao", "la moniliasis", "vaina helada", "enfermedad de Quevedo" e "podredumbre acuosa*" (EVANS, 2002; GRAMACHO et al. 2018). Essa variedade de nomes demonstra a sua importância e ampla distribuição geográfica.

A monilíase foi constatada pela primeira vez na Colômbia, em 1817, ao norte do departamento de Santander, sendo depois, em 1851, verificada no departamento de Antióquia (PHILIPS-MORA, 2003). No entanto, em 1917, o Equador é considerado como centro de origem de *M. roreri*.

2. ETIOLOGIA

Espécie tipo: *Moniliophthora roreri* (Cif.) H.C. Evans et al.(1978) Sinônimo: *Crinipellis roreri* (Cif.) H.C. Evans in Evans et al., Mycologist 16: 151 (2002) *Monilia roreri* Cif. in Cifferi and Parodi, Phytopath. Z. 6: 542 (1933).

O fungo causador da MO do cacaueiro é um Basidiomicota originário da metade norte da América do Sul que foi classificado inicialmente como *Monília roreri* Ciferri e Parodi (1933). Um fungo anamórfico do filo Ascomicota, com ausência de um estado meiótico ou estruturas sexuais, por suas semelhanças morfológicas com *Monília fructigena* (Persoon) Persoon, um patógeno que causa a podridão dos frutos de diversas plantas frutíferas, muito comum nos EUA (Evans et al., 2003). Evans (1978), devido à presença aparente de septos dolíporos, o reclassificou como *Moniliophthora roreri* (Cif.) H.C. Evans, Stalpers, Samson & Benny (1978), um Basidiomicota muito próximo a *M. perniciosa* (AIME; PHILLIPS-MORA, 2005), o agente causal da vassoura de bruxa do cacaueiro.

Posição taxonômica:

Nome científico: *Moniliophthora roreri* (Cif & Par.) Evans et al. (1978).

Domínio: Eucaryota
Reino: Fungi
Filo: Basidiomycota
Subfilo: Agaricomycotina
Classe: Agaricomycetes
Subclases: Agaricomycetidae
Ordem: Agaricales.
Família: Marasmiaceae
Gênero: *Moniliophthora.*
Espécie: *Moniliophthora roreri*

3. DISTRIBUIÇÃO GEOGRÁFICA

O histórico da disseminação da doença remonta a 1895, quando Jorgensen a mencionou na Hacienda Maravilla, na Província de Guayas no Equador. Mas, foi apenas em 1917, que J.B. Rorer oficialmente relatou a MO em Quevedo, na Província de Los Rios, Equador (RORER, 1918). A doença já havia sido observada na Colômbia em 1817 (PHILIPS-MORA, 2003). Em 1917, a MO foi confirmada oficialmente no Equador e, a partir daí, espalhou-se rapidamente pelo continente Sul-americano, causando perdas significativas e forçando o abandono de muitas plantações de cacau. Sua presença também foi registrada no noroeste da América do Sul, especialmente na Venezuela, em 1941, perto do rio Catatumbo, no Estado de Zulia (MULLER, 1941), (Figura 1).

Paises	Introdução da monilíase
Colômbia	1817
Equador	1917
Venezuela	1941
Panamá	1949
Costa Rica	1978
Nicarágua	1980
Perú	1988
Honduras	1997
Guatemala	2002
Belice	2004
México	2005
Bolívia	2015
Jamaica	2016
Brasil	2021

Fonte: Modificado de Gramacho, 2010.

Figura 1. Distribuição espacial e temporal da monilíase do cacaueiro na América Latina.

A MO alcançou a América Central, sendo observada no Panamá, em 1949, a apenas 15 km da fronteira com a Colômbia (ORELLANA, 1956). A introdução da doença pode ter sido acidental, através do transporte de frutos infectados transportados da região de São Jerônimo, conforme sugere Phillips-Mora (2003).

Em 1978, a MO chegou a Costa Rica (ENRÍQUEZ et al., 1982). Segundo Evans (1986), sua introdução se deu pela dispersão de esporos do Panamá, provavelmente transportados pelo vento. A partir desse ponto, a doença se disseminou rapidamente do litoral Atlântico ao Pacífico, percorrendo cerca de 130 km, da fronteira Panamenha à Nicarágua, onde se estabeleceu em 1980 (LÓPEZ; ENRÍQUEZ, 1980). Porras e Enríquez (1998) sugerem que a dispersão do patógeno para a Nicarágua tenha ocorrido por via fluvial, uma vez que todas as plantações de cacau ao longo do rio Coco e seus afluentes apresentavam alta incidência da doença. O avanço da doença continuou sendo registrado em Honduras, em 1997 (PORRAS; ENRÍQUEZ, 1998); em 2002, chegou a Guatemala, na fronteira com Honduras, na região de Izabal (PHILLIPS-MORA, 2003). Em seguida, a MO alcançou a vizinha Belize, em 2004.

No México, a MO foi observada em março de 2005 (PHILLIPS-MORA et al., 2006), ao norte do estado de Chiapas. A alta incidência, disseminação generalizada da doença, e a presença de frutos mumificados indicam que a infecção já estava estabelecida há pelo menos um ano antes de ser oficialmente relatada. Apesar das medidas de contenção aplicadas, de maio de 2005 a abril de 2006, cerca de 1.033 hectares foram infectados no estado de Tabasco, o maior produtor de cacau mexicano.

A análise molecular revelou que os isolados mexicanos são geneticamente idênticos aos encontrados em países da América Central, sugerindo uma origem comum. Tendo em vista a grande distância e as barreiras geográficas existentes entre Chiapas no México e as áreas endêmicas da Nicarágua, Honduras e Belize, é provável que a introdução da MO no México tenha sido causada por intervenção humana (transporte de frutos doentes).

Uma segunda frente de disseminação da MO apareceu mais tardiamente, ao leste da América do Sul, no Peru, em 1988 (HERNÁNDEZ, 1991) e, em 2015, na Bolívia. Nessa parte do continente, a MO apresentou uma disseminação mais ativa, deslocando-se numa distância aproximada de 110 km por ano. Esse avanço foi facilitado não apenas pela extensão das plantações de cacau, mas também pela ocorrência de ventos favoráveis e ausência de barreiras geográficas (SGRILLO, 2010; GRAMACHO et al., 2018). Em 2016, a enfermidade foi relatada na Jamaica (JOHNSON et al., 2017). Em 2018, um novo foco da doença foi descoberto no departamento de Pando, no norte da Bolívia, a apenas 51 km de Brasiléia, cidade localizada no estado do Acre, Brasil.

Em 2021, como antecipado por Sgrillo (2010), a MO foi detectada pela primeira vez no Brasil. em uma propriedade urbana no município de Cruzeiro do Sul, estado do Acre (SIVIERO et al., 2022; LEITE et al., 2023). Com isso, a presença da doença quase se estendeu a todos os países produtores de cacau da América Tropical, excetuando a República Dominicana e El Salvador. Até a data desta publicação, a MO permanece confinada às regiões tropicais das Américas.

Ao longo desses 207 anos, a MO foi notada em vários países das Américas do Sul e Central atravessando fronteiras, deixando um rastro de devastação por onde passou. Diante desse cenário, torna-se crucial a implementação de medidas preventivas e mitigatórias. A compreensão da sua natureza e encaminhamento de ações para conter sua disseminação são essenciais para proteger as plantações de cacau, preservar a economia e conservar o meio ambiente das regiões não afetadas. Somente com a colaboração de um esforço conjunto, será possível enfrentar essa ameaça e impedir que a MO continue a espalhar seu domínio pelas terras tropicais das Américas.

4. PERDAS NA PRODUÇÃO DE CACAU CAUSADAS PELA MONILÍASE

O conhecimento das perdas causadas pela introdução e estabelecimento da MO nos países afetados é de fundamental importância para entender os impactos econômicos na cadeia produtiva do cacau. A estruturação pós MO é um processo árduo, o que torna inevitável a adoção de estratégias e medidas eficazes de prevenção e controle. Além disso, os danos econômicos causados pela MO são elevados, afetando diretamente a produtividade e gerando custos adicionais aos produtores, sendo necessária a adoção de medidas de controle, contenção e supressão da doença. Por essa razão é necessário implementar medidas de mitigação e prevenção para evitar a sua introdução.

A MO é duas vezes mais destrutiva que a podridão parda do cacaueiro (*Phytophthora* spp.) (DESROSIERS; SUARÉZ, 1974) e de mais difícil controle do que a vassoura de bruxa (*M. perniciosa*) (ORELLANA, 1954). Por afetar exclusivamente os frutos, as perdas, parciais ou totais, têm um impacto direto na produção de cacau. O elevado potencial de inóculo e a adaptabilidade de *M. roreri,* bem como seu poder de destruição, contribuem para que esta enfermidade cause prejuízos econômicos significativos em todas as regiões afetadas (Tabela 1). Em todos os locais onde a MO foi introduzida, tornou-se a mais séria ameaça à cacauicultura.

A MO não afeta apenas o rendimento do cultivo, mas também a qualidade das sementes, que após beneficiadas, dão origem às amêndoas, percussoras do chocolate. O produtor, levado pela necessidade de aproveitar as sementes, as retira dos frutos colhidos, misturando-as com as sementes dos frutos sadios.

Na Colômbia, a MO foi implacável, afetando mais de 90% dos plantios de cacau, causando estragos desde sua primeira introdução. Entre 1975 e 1982, as perdas

Tabela 1. Impacto da chegada da monilíase do cacaueiro na produção de cacau dos países afetados

País	Introdução	Perdas na produção de cacau (%)	Fonte
Colômbia	1817	40-100	Jaimes Suárez; Aranzazu, 2010
Equador	1917	90	Diaz,1957
Venezuela	1941	70	Ran et al., 2004
Costa Rica	1978	62 - 90	Enriquez et al., 1982
Peru	1988	40 - 50	Evans et al., 1998

Fonte: adaptado de Gramacho et al. (2018).

anuais foram estimadas em 10.000 toneladas, equivalentes a US$ 20 milhões de dólares (JAIMES SUÁREZ; ARANZAZU HERNÁNDEZ, 2010). No Equador, sua introdução foi igualmente devastadora, reduzindo drasticamente as exportações de cacau de 70.000 toneladas, em 1914, para apenas 10.000 toneladas em 1933. Em algumas áreas, a doença atingiu perdas alarmantes, atingindo 95% dos frutos, levando ao abandono de muitas fazendas de grande porte, que foram substituídas por plantações de banana (DIAZ, 1957). Nessas regiões, sob condições climáticas favoráveis, os danos causados pela MO já superavam os da podridão parda ou vassoura de bruxa.

Na Venezuela, a MO afetou 70% dos plantios de cacaueiros e também provocou perdas elevadas na produção (RAM et al., 2004). Na Costa Rica, a produtividade média caiu de 700 kg de amêndoas secas/ha, em 1978, para apenas 5,0 kg/ha de amêndoas secas, em 1983, resultando em um decréscimo de 96% na exportação de cacau (ENRÍQUEZ et al., 1982).

Em alguns países, em razão da presença de hospedeiros suscetíveis e de condições climáticas favoráveis à manifestação do patógeno, as perdas chegaram a 100%, como em algumas áreas da Costa Rica (ENRÍQUEZ et al., 1982) e do Peru (HERNANDEZ et al., 1990).

No Peru, a MO foi detectada em Bagua Grande estado do Amazonas, em 1988 (HERNANDEZ et al., 1990) causando prejuízos igualmente significativos, variando de 50% a 100%, levando ao abandono de muitas fazendas (HERNANDEZ et al., 1990). A grande quantidade de frutos mumificados encontrados na área e a confirmação, em prospecções posteriores, da ocorrência de frutos doentes em estágios avançados nas áreas próximas (RIOS-RUIZ, 2004), juntamente com informações dos produtores, foram indicativos utilizados para inferir que a doença já estava presente na área, aproximadamente, desde 1986.

Em 1992, a doença alcançou Tingo Maria. E de 1996 a 1999, a doença se manifestou em todos os meses do ano. Os picos de infecção ocorreram, principalmente, de janeiro a julho, como consequência das condições de alta precipitação pluviométrica registradas entre outubro e abril, existência de inóculo

e de frutos em estádio suscetível no período de dezembro a maio (RIOS-RUIZ, 2004). Atualmente, a MO tem distribuição generalizada no Peru, o que indica boa adaptação do patógeno às condições ambientais e as caraterísticas do hospedeiro.

5. HOSPEDEIROS DO *M. roreri*

Os hospedeiros de *M. roreri*, até então conhecidos, são arbustos dos gêneros *Theobroma e Herrania*, ambos da família Malvaceae. Entre estas espécies, duas apresentam importância econômica: o cacaueiro [*T. cacao* L.] e o cupuaçuzeiro [*T. grandiflorum* (Willd. ex Spreng.) Schum] (Figura 2). As espécies silvestres, apesar de estarem dispersas pela floresta, são importantes fontes de inóculo, contribuindo para a persistência do ciclo da doença e dispersão do patógeno a longa distância.

Dentre os hospedeiros silvestres presentes na Amazônia Brasileira, destacam-se: i) *T. bicolor* Humb & Bonpl, conhecido como cacau mocambo, cacau do Peru ou cacau tigre (Figura 3), um arbusto que não tem importância econômica, sendo ocasionalmente encontrado ornamentando propriedades rurais no sul da Bahia; *T. subincanum* Mart, cujos exemplares são vulgarmente chamados de cupuí; *T. speciosum* Willd. ex Spreng, denominado de cacauí (Figura 4); iv) *T. angustifolium*, Mocino & Sessé ex DC., 1824, conhecido como cacau silvestre, que pode alcançar altura superior a 20 metros (Figura 5); e v) *T. obovatum* Klotzsch ex Bernoulli et al., reconhecido como cacau cabeça de urubu ou simplesmente cabeça de urubu (Figura 6) (OLIVEIRA; LUZ, 2005; GRAMACHO et al., 2018). Entre outras, cita-se também o *T. gileri* Cuatrec, encontrado no Equador.

As espécies do gênero *Herrania* (SCHULTES, 1958) são compostas por várias árvores tropicais encontradas na América Central e do Sul, conhecidas como cacau jacaré ou cacau de morcego. As do gênero *Herrania* são: i) *H. pulcherrima* Goudot (Figura 7): *Herrania* de flores vermelhas; ii) *H. balaënsis* P. Preuss; iii) *H. nitida* (Poepp) R. E. Schultes; e iv) *H. purpurea* (Pittier) R. E. Schultes (COLLI-SILVA, 2020); v) *H. albiflora* Goudot (PHILLIPS-MORA, 2003). Estas espécies

Figura 2. *Theobroma grandiflorum*: cupuaçu. Fonte: Acervo pessoal Karina P. Gramacho.

Figura 3. *Theobroma bicolor:* mocambo. Fonte: Sterling Cuéllar et al, 2014.

Figura 4. *Theobroma speciosum:* cacauí. Fonte: Foster, R.B. 2024.

Figura 5. ***Theobroma augustifolium:*** **cacau silvestre.** Fonte: E-Jardim.com (2020).

Figura 6. ***Theobroma Obavatum:*** **cabeça de urubu.** Fonte: Vargas, O. 2005.

Figura 7. ***Herrania*** **spp.** Fonte: Leite, R. S. V. et al., 2023.

diferenciam-se do gênero *Theobroma* por suas folhas e frutos peculiares, que geralmente têm um cálice composto por três partes. Esses frutos são uma fonte de recursos alimentares para animais silvestres, o que pode contribuir para a disseminação da doença a longas distâncias.

6. BIOLOGIA

Características morfológicas dos esporos

Os esporos[1] de *M. roreri* são os únicos propágulos[2] capazes de causar a doença (FHIA, 2012). Eles possuem tamanhos variados, podendo ser globosos (6,5-8 µm x 15-25 µm) e/ou elipsoides (8-20 µm x 5-14 µm), com parede grossa superior a 2 µm (RAM, 1989).

Sobrevivência e viabilidade

O patógeno tem a capacidade de sobreviver a condições extremas, em ambientes úmidos ou secos, e em diversas altitudes (de 0 a 1400 m.s.n.m./[1]). *M. roreri* pode ocorrer em sementes doentes *in natura* e secas por três dias ao sol, bem como nas primeiras horas, 24-48 horas, do processo de fermentação (ESTRELA-JÚNIOR et al., 2020).

Os esporos secos de *M. roreri* também permanecem viáveis por até 100 dias em várias superfícies, como papel, borracha, plástico, vidro, madeira, tecido e alumínio. No entanto, há variações na viabilidade do fungo em contato com estes materiais, sendo observada maior preferência por plástico e tecidos, onde apresentaram maior viabilidade.

Condições de germinação e desenvolvimento

Os esporos de *M. roreri* germinam sob condições de umidade relativa entre 10% e 90%, toleram a radiação ultravioleta e se desenvolvem sob condições de precipitação entre 780 mm e 5.500 mm, temperaturas entre 18 ºC e 28 ºC, e altitudes entre 0 m e 1520 m. Sob condições de temperaturas elevadas, entre 42 ºC e 55 ºC, os esporos permanecem viáveis por até 60 dias (RAM, 1989).

[1/] **Esporos:** são pequenas estruturas com capacidade de gerar um novo indivíduo e produzidas em grande quantidade.
[2/] **Propágulos:** estrutura de propagação que originam um novo indivíduo.

Adaptabilidade e impacto nas regiões produtoras de cacau

As características bioecológicas mencionadas asseguram a adaptabilidade do patógeno às diferentes condições ambientais, o que poderá acontecer nas regiões produtoras de cacau do Brasil, onde existem condições similares àquelas observadas nas regiões produtoras da América Tropical. Esta plasticidade, aliada a longevidade do patógeno, caráter infectivo dos esporos e elevado potencial de inóculo, fazem de *M. roreri* um fungo invasor altamente eficaz (GRAMACHO et al., 2018).

Alerta à cadeia produtiva do cacau

A excepcional resistência e sobrevivência de *M. roreri* é um alerta à cadeia produtiva do cacau, notadamente no que se refere a necessidade de uma adequada fermentação das amêndoas com o propósito de inibir o crescimento do fungo.

7. CICLO DE VIDA

O ciclo de vida de *M. roreri* é constituído de uma fase biotrófica[/1], seguida por uma fase necrotrófica[/2] (OREA et al., 2017). A duração do ciclo é influenciada pelas condições ambientais, quantidade de esporos liberados e dispersados, e a suscetibilidade do hospedeiro. Essas condições afetam o tempo entre a infecção e o surgimento dos primeiros sintomas. Em ambiente menos favorável, como temperatura abaixo de 22 °C e baixa umidade relativa (inferior à 70%), o ciclo de vida é mais longo, enquanto em locais com clima mais favorável, o ciclo é mais curto, com sintomas aparecendo cerca de 22 dias após a infecção.

O ciclo inicia-se com a liberação dos esporos dos frutos afetados, que ocorre por circulação do ar (Figura 8). Os esporos são naturalmente transmitidos pelo vento, água, e podem ser espalhados por animais e humanos (através de roupas, sapatos, veículos e ferramentas). Quando os esporos alcançam os frutos, eles germinam na presença de uma lâmina d´água (condições úmidas) e penetram nos tecidos da casca através dos estômatos. A água e a umidade são fundamentais para a germinação e desenvolvimento do fungo (EVANS, 2016).

O fungo pode infectar o fruto em qualquer fase de desenvolvimento; a maior taxa de suscetibilidade é observada após a formação do bilro, decrescendo com o avanço da idade do fruto (EVANS, 1981). Uma vez dentro do fruto, o fungo coloniza as células do tecido hospedeiro (fase biotrófica). Essa fase pode durar de três a oito semanas, dependendo da idade do fruto, quando em seguida os primeiros sintomas tornam-se visíveis (EVANS, 2016).

Após a infecção, ocorre a necrose interna do fruto, apodrecimento da polpa e ressecamento dos componentes internos. As sementes tornam-se aquosas,

[1/] **Fase biotrófica:** é a fase em que o fungo se alimenta de tecidos vivos, exercendo o parasitismo sobre o hospedeiro.

[2/] **Fase necrotrófica:** é a fase em que o fungo extrai seus nutrientes de tecidos mortos do hospedeiro.

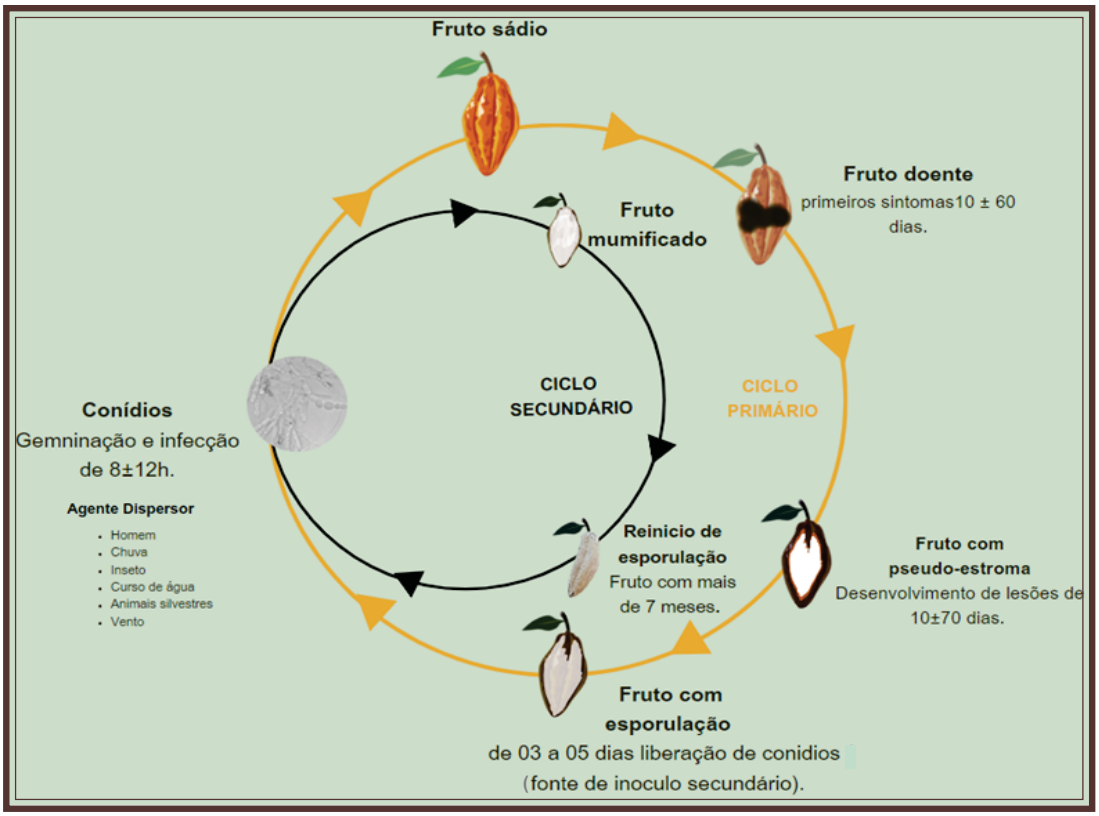


Figura 8. Ciclo da monilíase do cacaueiro. Fonte: K. Gramacho (Ceplac).

principalmente nos frutos jovens (infectados entre um e dois meses de idade). O fungo então entra na fase necrotrófica, na qual ocorre a morte dos tecidos afetados, quando o fungo passa a se nutrir dos tecidos mortos. Nesta fase, o micélio fúngico tem hifas finas com único núcleo haplóide.

Os primeiros sintomas externos da doença, como manchas oleosas, surgem cerca de 20 dias após a infecção. Manchas castanho-chocolate aparecem entre 60 ± 10 dias em clones suscetíveis e 73 ± 8 dias em clones resistentes (GRAMACHO et al., 2018). Essas lesões se expandem e se fundem, cobrindo toda a superfície do fruto. Três a cinco dias após o surgimento das manchas, um micélio branco que se torna creme (pseudoestroma) desenvolve-se nos frutos doentes, contendo grandes quantidades de esporos (EVANS, 1986; JAIMES SUÁREZ et al., 2022).

Os frutos doentes que permanecem nos galhos das árvores, gradualmente enrugam e secam, tornando-se mumificados. *M. roreri* pode sobreviver nos frutos ainda suspensos nas árvores hospedeiras por nove meses, mas apenas por aproximadamente um mês em frutos colhidos e deixados ao sol (RAM, 1989; RAM et al., 2004). Os frutos mumificados que permanecem nas árvores entre estações sucessivas são fontes de inóculo inicial da doença (ciclo secundário). As

correntes de ar dispersam os esporos, os quais encontram novos frutos sadios, reiniciando assim um novo ciclo da doença (ciclo primário) (Figura 8).

7.1. Diversidade genética de *M. roreri*

A distribuição e a diversidade genética de *M. roreri* estão estreitamente ligadas à história de cultivo intensivo do cacaueiro. Acredita-se que *M. roreri* tenha se originado na região do Alto Amazonas compartilhada pela Colômbia, Peru e Equador, que é o centro de origem e diversidade do cacaueiro (PHILLIPS-MORA, 2003). Desta região, *M. roreri* migrou para pelo menos duas áreas importantes para o cultivo do cacau: a região costeira do Equador e o Vale Interandino do Magdalena, na Colômbia (JAIMES et al., 2016b). Nessas regiões, o patógeno passou por extensa diversificação, provavelmente devido ao aumento do inóculo e às oportunidades de disseminação proporcionadas pelo cultivo intensivo de plantações de cacau.

A posterior dispersão do patógeno às demais regiões produtoras, como a América Central e o Peru/Bolívia, ocorreu através de uma ou poucas introduções de *M. roreri,* resultando em menor diversidade genética nessas áreas. Pelo menos outras duas linhagens invasoras de *M. roreri* foram identificadas: uma que se espalhou da Colômbia ou Equador para a América Central, alcançando o México e Belize, e outra que parece ter se espalhado do Equador ou Colômbia para o Peru e Bolívia (PHILLIPS-MORA 2003; PHILLIPS-MORA et al., 2007; DÍAZ-VALDERRAMA et al., 2022). Uma terceira linhagem foi encontrada recentemente na província de Maynas, no Peru, provavelmente introduzida a partir da Colômbia (DÍAZ-VALDERRAMA et al., 2022).

Moniliophthora roreri infecta uma variedade de hospedeiros do gênero Theobroma, por ex. *T. grandiflorum* e *T. bicolor*, sem formar linhagens específicas a uma destas espécies. Essa capacidade de o patógeno infectar outras espécies diferentes do cacaueiro facilita sua migração e persistência nos cacauais, já que esses hospedeiros alternativos atuam como reservatórios de inóculo primário.

A ampla gama de hospedeiros e a expansão do cultivo do cacau são fatores chave que impulsionam a capacidade migratória de *M. roreri,* ampliando sua possibilidade de propagação e diversificação nas Américas.

O conhecimento detalhado das linhagens de *M. roreri* é crucial para o desenvolvimento de variedades de cacau com resistência genética durável e para a elaboração de estratégias de manejo mais eficazes contra a doença.

Phillips-Mora et al. (2007) avaliaram a diversidade genética e a agressividade de *Moniliophthora roreri* ao inocular sete isolados representativos dos grupos genéticos em frutos, de 2 a 3 meses, de cinco clones de cacau (ICS 1, ICS 95, TSH 565, SCC 61 e CAP 34) na Fazenda Experimental em La Suiza, Colômbia. O estudo mostrou que cinco dos sete isolados foram altamente agressivos, causando sintomas severos em muitos clones, enquanto dois isolados causaram reações menos intensas.

A maioria dos clones mostrou-se suscetível ao patógeno, exceto o clone ICS 95, que se destacou por sua resistência a todos os isolados testados (PHILLIPS-MORA et al., 2005). Este clone tem apresentado bons resultados na Costa Rica, Peru e Colômbia (ARGÜELLO, 2000). O clone ICS 95, além de produtivo, é também resistente à vassoura de bruxa (*Moniliophthora perniciosa*) (PHILLIPS-MORA, et al., 2005; EVANS et al., 1998), demonstrando seu potencial para uso como um dos parentais nos programas de melhoramento genético às espécies *Moniliophthora.* Em contraste, os clones ICS-1 e TSH-565, comuns em vários países da América Tropical, mostraram-se altamente suscetíveis ao patógeno.

Isso explica porque a migração de isolados de *M. roreri* tem afetado gravemente a produção de cacau (PHILLIPS-MORA et al., 2005). Logo, é essencial incorporar maior variabilidade genética nos programas de melhoramento. Isso permitirá o desenvolvimento de clones de cacaueiro capazes de resistir a diversos isolados de *M. roreri*, reduzindo a vulnerabilidade das plantações de cacau a essa doença.

8. EPIDEMIOLOGIA

A MO ocorre predominantemente em ambientes quentes e úmidos, onde a infecção, esporulação e disseminação do fungo são favorecidas, especialmente na presença de variedades suscetíveis que frutificam o ano inteiro e têm fisiologia e fenologia uniformes (GRAMACHO, 2018). O período crítico à infecção é durante a maior formação de frutos jovens.

Esporulação e disseminação

Na fase inicial de esporulação, há uma liberação intensa de esporos pelos frutos doentes. Contudo, a quantidade de esporos liberados diminui a partir da décima semana. Os esporos podem infectar frutos na mesma árvore, tanto acima quanto abaixo, ou ser dispersos pelo vento para áreas vizinhas (RAM, 1989; JAIMES SUÁREZ; ARANZAZU HERNÁNDEZ, 2010).

Fatores climáticos e condições favoráveis

A temperatura e a umidade são os principais fatores climáticos que favorecem a ocorrência generalizada da MO, com maiores perdas ocorrendo em regiões quentes e úmidas. O vento atua como o principal agente dispersante natural, levando os esporos dos frutos doentes para áreas vizinhas. A presença de água livre não só induz a germinação dos esporos, como também facilita sua dispersão para os frutos na árvore (JAIMES SUÁREZ; ARANZAZU HERNÁNDEZ, 2010).

A prevalência da MO é mantida pela presença de frutos em estágio de esporulação na área de cultivo, que servem como fontes de inóculo para novas infecções (Figura 9) (RAM et al., 1989; SUÁREZ et al., 2022). Um fruto doente pode gerar bilhões de esporos, com um hectare de cacaueiros apresentando um potencial

de produção de inóculo de até 3,5 trilhões de esporos por hectare por hora (SGRILLO, 2010). Se apenas 1% desses esporos forem dispersados pelo ar, a taxa de emissão será de 35 bilhões de esporos por hectare por hora (SGRILLO, 2010).

Viabilidade e dispersão

Os esporos podem permanecer viáveis por até um ano ou mais em condições adversas. A dispersão para longas distâncias é facilitada pelo transporte humano de frutos infectados, mas aparentemente sadios. Esporos secos podem ser transportados em ferramentas, sapatos, roupas, equipamentos e materiais regulamentados, como contêineres e sacarias (GRAMACHO et al., 2018; ESTRELA-JUNIOR et al., 2020).

Figura 9. Fruto em estágio de esporulação na área de cultivo (mumificado).
Fonte: K. Gramacho (Ceplac).

A liberação e dispersão dos esporos são favorecidas por tempo quente e seco (baixa umidade relativa: 71% a 74%; temperatura acima de 26 °C). Nos dias ensolarados e secos, os esporos permanecem na atmosfera e se depositam na copa das plantas à noite. Temperaturas médias entre 22 °C e 30 °C, umidade relativa acima de 80% e água livre nos frutos favorecem a germinação e penetração dos esporos (EVANS, 1981; OREA et al., 2017).

Influência da temperatura sobre o ciclo da doença

A temperatura tem uma forte influência no ciclo da doença. Estudos realizados na Colômbia mostraram que em Caldas (22 °C), a doença leva 33 dias para apresentar os primeiros sintomas, 97 dias para aparecer manchas marrons e 106 dias para iniciar a esporulação. Em Urabá (28 °C), esses períodos são significativamente menores, com os sintomas aparecendo em até 33 dias (Tabela 2) (ARANZAZU HERNÁNDEZ, 1979, citados por USECHE e ARDILA, 2004).

Variação regional e períodos críticos

As condições climáticas e os períodos de suscetibilidade variam conforme a região. A presença de inóculo e chuvas dois meses antes da frutificação influenciam a alta incidência da doença. No Peru, por exemplo, o período chuvoso vai de outubro a abril, com o pico de infecção entre dezembro e maio. No Brasil e em outras regiões com condições semelhantes, o período crítico vai de dezembro a maio, sendo essa fase ideal para implementar medidas de controle (MERCHAN, 1981, citado por JAIMES SUÁREZ; ARANZAZU HERNÁNDEZ, 2010; RIOS-

Tabela 2. Avanço dos sintomas e sinais de *Moniliophthora roreri* em frutos de cacau de diferentes idades em Urabá (Temp. 28º C) e Caldas (Temp. 22º C).

Idade do fruto	Sintomas		Mancha marrom		Esporulação		Perda de frutos
Meses após a inoculação	Nº dias após a inoculação		Nº dias após a inoculação		Nº dias após a inoculação		
	Urabá	Caldas	Urabá	Caldas	Urabá	Caldas	
1	30	33	49	97	61	106	100%
2	31	36	46	89	54	99	100%
3	43	33	57	72	76	83	80%
4	36	32	-	-	-	-	0%
5	-	26	-	-	-	-	0%

Fonte: ICA (1978-1979): Presença e progresso de sintomas de *M. roreri* em frutos de diferentes idades inoculados artificialmente. Informe Anual Programa Cacau, Manizales, Urabá (ARANZAZU HERNANDÉZ, 1979).

RUIZ, 2004). Na Colômbia, a infecção pode ocorrer em qualquer mês, devido à frequente presença de inóculo e chuvas ao longo do ano.

9. SINTOMAS E SINAIS DA MONILÍASE

A sintomatologia do fruto é variável, sendo influenciada pela variabilidade genética de *M. Roreri*, suscetibilidade do hospedeiro e estádio fisiológico do fruto. Os sintomas incluem deformações, amarelecimento prematuro, manchas chocolate e mumificação dos frutos. Os frutos podem ser infectados em todos os estádios de desenvolvimento, desde os recém formados até os que estão prestes a amadurecer, sendo mais suscetíveis até os 90 dias de idade (ARANZAZU HERNÁNDEZ, 1979; MERCHÁN, 1981). Quando jovens, os frutos infectados apresentam protuberâncias ou deformações côncavas nos tecidos, conhecidas como inchaços ou "caroços" (Figuras10 e 11) (EVANS, 1981; JAIMES SUÁREZ et al., 2022).

Nos frutos maduros, os primeiros sinais de infecção incluem manchas oleosas dispersas ou concentradas no tecido da casca (Figura 12). Outros sintomas externos podem incluir maturação irregular e prematura, resultando em ilhas verdes em frutos de casca amarela e ilhas amarelas em frutos de casca verde (Figuras 13 e 14) (JAIMES SUÁREZ et al., 2022). Internamente, o tecido doente apresenta áreas com necrose (Figura 15).

À medida que o fungo coloniza o fruto, os esporos destroem as sementes e os tecidos, levando-os à necrose. As sementes necrosadas podem ficar aderidas umas às outras, dificultando sua remoção (EVANS, 1981; JAIMES SUÁREZ; ARANZAZU HERNÁNDEZ, 2010; RAM et al., 2004). Externamente, surgem manchas escuras e irregulares de coloração chocolate ou castanho escuro na casca, que podem evoluir até cobrir todo o fruto (Figuras 16 e 17).

Figura 10. Aparecimento de corcundas na casca verde. Fonte:Jaimes Suárez; Aranzazu Hernández (2010).

Figura 11. Aparecimento de corcundas na casca roxa. Fonte: Jaimes Suárez; Aranzazu Hernández (2010).

Figura 12. Presença de pontos oleosos na casca. Fonte:Jaimes Suárez; Aranzazu Hernández (2010).

Figura 13. Ilhas verdes em casca amarela. Fonte: Jaimes Suárez; A. Hernández (2022).

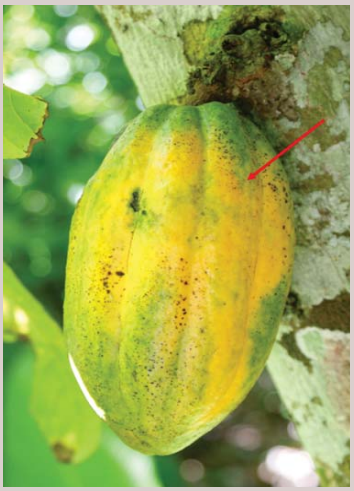


Figura 14. Ilhas amarelas em casca verde. Fonte: Jaimes Suárez; A. Hernández (2022).

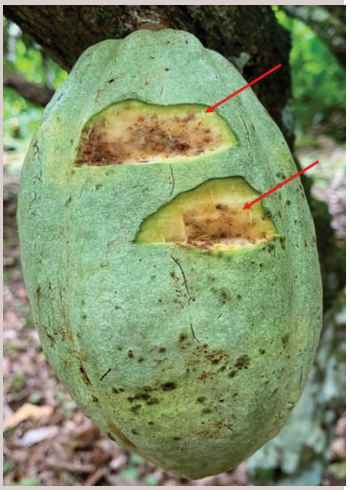


Figura 15. Pontos necróticos internos. Fonte: Jaimes Suárez; A. Hernández (2022).

Frutos doentes podem, eventualmente, desenvolver podridão aquosa gelatinosa, contendo grande quantidade de líquido, o que também dificulta a remoção das sementes e as torna inutilizáveis (Figura 18) (EVANS, 1981; RAM et al., 2004; JAIMES SUÁREZ; ARANZAZU HERNÁNDEZ, 2010).

Os sinais nos frutos manifestam-se, em geral, 2 a 3 semanas após o surgimento dos primeiros sintomas, quando aparece a formação de um pseudoestroma de coloração branca com consistência plástica, que se desenvolve nos frutos doentes,

Figura 16. Manchas escuras de cor chocolate.
Fonte: K. Gramacho (Ceplac).

Figura 17. Mancha marrom rodeada por zona amarelada.
Fonte: Jaimes Suárez et al (2022).

Figura 18. Podridão aquosa da monilíase.
Fonte: K. Gramacho (Ceplac).

evoluindo para branco-amarelado ou creme. Este pseudoestroma é constituído de grandes quantidades de esporos maduros, que são as estruturas de propagação infectiva do fungo (Figura 19) (RAM et al., 2004).

9.1. Presença de frutos mumificados

Em estádios mais avançados, os frutos doentes tornam-se secos e mumificados em função da desidratação provocada por *M. roreri*. Os frutos doentes permanecem nos troncos das árvores por até dois anos, secando e enrugando com o tempo, até se tornarem mumificados (Figura 20). (RAM, 1989; JAIMES SUÁREZ; ARANZAZU HERNÁNDEZ, 2010).

Na ausência de esporulação, os frutos infectados por *M. roreri* podem ser confundidos com frutos infectados por *M.*

Figura 19. Micélio branco e densa massa de esporos.
Fonte: K. Gramacho (Ceplac).

Figura 20. Fruto (mumificado) liberando bilhões de esporos.
Fonte: K. Gramacho (Ceplac).

perniciosa (EVANS, 1981). No entanto, os sintomas da vassoura de bruxa distinguem-se da monilíase pela presença de superbrotamento de ramos (vassouras) e pela formação de frutos em forma de morangos e cenouras (EVANS, 1981; RAM et al., 2004).

10. MÉTODOS DE CONTROLE À MONILÍASE

O controle da MO deve ser feito por meio do manejo integrado adotando, em conjunto, os controles cultural, biológico, químico e genético, associado ao controle de outras doenças do cacaueiro, a exemplo da podridão parda (*Phytophthora* spp.) e da vassoura de bruxa. Áreas mal formadas ou mal manejadas com problemas de drenagem, nutrição ou sombreamento excessivo, contribuem para o agravamento da doença.

10.1. Controle Cultural

O controle cultural da monilíase é feito através da remoção da fonte primária de inóculo, o fruto. Esta é uma medida chave para reduzir a incidência da doença. Esta prática consiste em retirar todos os frutos doentes com sintomas iniciais da doença como medida preventiva chave à esporulação.

Simultaneamente à remoção dos frutos doentes e mumificados, devem-se tratar os casqueiros com antiesporulantes (ARGÜELLO, 2000), recomendando-se o uso de ureia a 15%. Além disso, é importante manejar a copa dos cacaueiros (uma poda na estação menos chuvosa e outra na mais chuvosa), controlar plantas invasoras, adubar, drenar a área e adequar o sombreamento. Essas práticas reduzem a umidade no ambiente, criando condições menos favoráveis à manifestação da doença. Plantas de porte mais baixo (até 3,0 m de altura) facilitam as práticas de manejo (JAIMES SUÁREZ; ARANZAZU HERNÁNDEZ, 2010).

A remoção dos frutos doentes deve ser semanal na fase de maior produção, independentemente da época de colheita de cada região, enquanto no período de menor produção, e a depender da região, pode ser quinzenal (RIOS-RUIZ, 2004; JAIMES SUÁREZ; ARANZAZU HERNÁNDEZ, 2010).

10.1.1. Efeito da remoção semanal e quinzenal de frutos sobre a incidência da MO e outras doenças

Rios-Ruiz (2004), estudando a monilíase no Peru, observou que a remoção semanal de frutos doentes de cacaueiros, apresentando qualquer sintoma, foi mais eficiente na redução da doença, além de outras como podridão parda e vassoura de bruxa. Essa prática também aumentou a produção anual de cacau em comparação com a remoção a cada duas semanas (Tabela 3). No entanto, ele concluiu que a combinação das duas frequências de remoção oferece maior vantagem técnico-

Tabela 3. Incidência da monilíase, área abaixo da curva de progresso da doença (AACPD), incidência de outras doenças e produção de cacaueiros submetidos a duas frequências de remoção de frutos doentes em Tingo Maria, Peru[1]

Frequência de remoção	Monilíase				Outras doenças		Produção Kg/ha	
	(%)		AACPD		(%)/4			
	Exp 1	Exp 2	Exp 1	Exp 2	Exp 1	Exp 2	Exp 1	Exp 2
1.Duas semanas	29,3a /3	26,9ª	10034,5 a	9067,4 a	7,4	3,7	682,6 b	775,4 b
2.Semanal	17,9b	16,6b	6161,1 b	5562,0 b	6,5	2,6	878,6 a	1013,1 a
3.Diferenciada/2	18,4b	17,5b	6318,0 b	5908,0 b	6,6	2,7	866,0 a	989,9 a

1/ **Experimento 1:** 1997/1998**; Experimento 2:** 1998/1999.
2/ **Diferenciada:** colheita semanal de dezembro a maio e a cada duas semanas de junho a novembro.
3/ **Médias seguidas da mesma letra** na coluna, não diferem estatisticamente (teste Duncan P = 0,05).
4/ **Outras doenças:** vassoura de bruxa e podridão parda.
Fonte: Rios-Ruiz, 2004.

econômica. Assim, propôs a remoção diferencial em Tingo Maria, no Peru, conforme descrito a seguir:

(i) remoção semanal, de dezembro a maio - época de maior produção;

(ii) remoção a cada duas semanas, de junho a novembro - período de entressafra.

Ressalta-se que é necessário validar a prática para cada região. Em áreas onde a monilíase foi recentemente introduzida, aconselha-se a retirada de frutos semanalmente, a fim de reduzir a disseminação da doença.

Na Nicarágua, na zona cacaueira de Matagalpa (La Dalia e Rancho Grande, principalmente), onde as fazendas de cacau têm em média 2,0-2,5 ha, a coleta de frutos doentes é quase diária, sendo a mão de obra familiar (Raúl René Meléndez Valle. Comunicação pessoal, 2023/[1]).

10.1.2. Uso de antiesporulantes no tratamento de casqueiros

Os casqueiros são os restos de frutos que permanecem na área após a colheita e transporte da produção. Esses resíduos são uma fonte de inóculo para várias doenças. Logo, deve-se dar tratamento adequado aos casqueiros visando mitigar o risco de novas infecções. Alguns autores recomendam remover os frutos doentes e deixá-los no chão. Segundo eles, nestas condições, eles não terão relevância epidemiológica; a dispersão de seus esporos é neutralizada devido a fraca circulação do vento nesse nível. Além disso, os saprófitos decompõem rapidamente os frutos no solo (JAIMES SUÁREZ et al., 2022). No entanto, Argüello (2000) observou que os frutos depositados no chão apresentaram esporulação do fungo, com 86% de esporulação ocorrendo até 20 dias após a deposição, o que pode ter relevância epidemiológica.

[1]VALLE, R. R. M., 2021. Eng. Agr., Pós PhD., Crop Physiology. MAPA/CEPLAC/CEPEC e UESC.

A Ceplac recomenda a coleta de todos os frutos doentes da planta e imediata amontoa e tratamento dos casqueiros imediatamente com um erradicante ou antiesporulantes, como ureia a 15% (RAM, 1989), (Tabela 4). Essa prática visa desativar esporos e inóculos presentes nos frutos e evitar a propagação de doenças como a podridão parda e a vassoura de bruxa. A ureia age como um agente antiesporulante, ajudando a controlar os patógenos e reduzir o risco de novas infecções.

Tabela 4. Efeito antiesporulante de alguns produtos sobre frutos afetados por monília e removidos em três estádios de infecção, nas condições de Bucamaranga, Colômbia.

Tratamentos	[1/] Frutos esporulados			[2/] Frutos com manchas			Frutos com primeiro sintomas		
	Dia após o Tratamento								
	10	20	30	10	20	30	10	20	30
	Número de frutos								
A – Ureia a 15%	0	0	0	0	0	0	0	0	0
B – Carrier a 2% (coadjuvante)	0	0	0	0	0	0	0	0	0
C – Óleo queimado 30%	0	0	0	0	0	0	0	0	0
D – Cal agrícola	0	0	0	0	0	0	0	0	0
E – Frutos depositados no solo	95	86	18	27	20	0	0	0	0
F – Frutos cobertos com restos de folhas	96	5	0	15	0	0	0	0	0

[1/]Amostra de 50 frutos/repetição/tratamento;
[2/]Amostra de 25 frutos/repetição/tratamento;
Fonte: Argüello, 2000.

10.1.3. Outras práticas que podem facilitar o controle cultural

No plantio de cacaueiros em sistema agroflorestal, a presença de plantas consortes, dispostas em renques múltiplos ou box, forma uma barreira física que dificulta a dispersão dos esporos do fungo, devendo esta prática ser priorizada no estabelecimento de novas plantações de cacau (BIENG et al., 2017).

Nas áreas onde há prevalência de plantações de cacaueiros com porte alto, no caso da maioria dos híbridos, e quando há galhos entrelaçados, haverá tendência de menor eficiência no controle cultural da monilíase, tendo em vista à dificuldade de visualização dos frutos mumificados no momento da colheita. Em contraste, cacaueiros com menor porte e copa mais aberta facilitam a visualização e o acesso aos frutos durante a colheita. Isso permite uma coleta mais eficiente dos frutos doentes e mumificados, ajudando a controlar a monilíase de forma mais eficaz e a reduzir a propagação da doença (SODRÉ; LEITE, 2018).

10.2. Controle Biológico

O controle biológico é uma técnica importante para o manejo integrado de doenças. Esse método enfoca a conservação de inimigos naturais presentes nos ecossistemas, que estão adaptados aos fatores bióticos e abióticos do agroecossistema, tornando-se, portanto, uma alternativa sustentável de manejo (PESHIN; DHAWAN, 2009, citados por JAIMES SUÁREZ et al., 2022).

Dada à ampla diversidade de fungos endofíticos e às perspectivas de aplicações biotecnológicas, é crucial avaliar o potencial de biocontrole de várias espécies. Isso inclui a análise da secreção de metabólitos secundários ou a competição por espaço e nutrientes, através da ação micoparasitária dos biocontroladores (ABREU et al., 2015).

Considerando as especificidades de *M. roreri*, um biocontrolador eficaz deve colonizar rapidamente a epiderme do fruto do cacaueiro e competir pelos nutrientes essenciais à germinação do fungo causador da monilíase. Até o momento, os estudos com biocontroladores de *M. roreri* têm se concentrado em espécies dos gêneros *Trichoderma* e *Clonostachys*, que atuam na inibição do desenvolvimento do patógeno (OREA et al., 2017).

Diversos micoparasitas têm demonstrado efeitos de controle contra *Moniliophthora roreri*. Entre eles, destacam-se *Trichoderma ovalisporum*, *T. koningiopsis* e *T. paucisporum*, que foram selecionados em testes realizados no Equador, Peru e Costa Rica. Esses microrganismos são eficazes na redução da esporulação do patógeno nos frutos e permanecem ativos por cerca de quatro meses nas almofadas de flores do cacaueiro (HEBAR, 2007).

Espécies do gênero *Clonostachys* têm sido amplamente relatadas como microrganismos de biocontrole eficazes contra *M. roreri* (KRAUSS et al., 2003). Testes *in vitro* realizados na Colômbia pela Agrosavia (Corporación Colombiana de Investigación Agropecuaria) mostraram que uma cepa de *Clonostachys* sp. teve efeito positivo no biocontrole de *M. roreri*. No entanto, a pesquisa indicou que ainda são necessários estudos em condições de campo para confirmar a eficácia no controle de *M. roreri* (PHILIPS-MORA et al., 2007). Não foram encontrados estudos complementares na literatura pesquisada.

As leveduras também são organismos antagônicos, que vêm sendo pesquisados como alternativa de controle biológico de *M. roreri*, tanto *in vitro* como em aplicação na copa dos cacaueiros, visando à competição por nutrientes e indução de resistência ao hospedeiro (BETTIOL; GHINI, 2009). Estudos conclusivos sobre o assunto também não foram encontrados na presente pesquisa bibliográfica.

10.3. Controle Químico

Até a década de 1980, os métodos de controle químico para a monilíase não eram encorajadores devido à baixa eficácia e falta de viabilidade econômica (JAIMES

SUÁREZ, 1982). No entanto, com o desenvolvimento de novas moléculas, a perspectiva de controle químico melhorou. Ainda assim, é crucial garantir a viabilidade técnico-financeira desse controle, considerando as diferentes condições em que a doença se manifesta.

O controle químico deve ser visto como uma ferramenta complementar dentro de um manejo integrado para o controle da monilíase. O uso exclusivo de fungicidas pode aumentar o custo de produção, impactar negativamente o meio ambiente (EVANS, 2016) e não necessariamente oferecer o controle desejado. Recomenda-se aplicar a técnica durante a fase de floração e início da frutificação do cacaueiro, especialmente em períodos de maior ocorrência de chuvas. A pulverização realizada na fase de amadurecimento ou quase amadurecimento dos frutos é menos eficaz, pois o fungo já pode estar presente (JAIMES SUÁREZ et al., 2022).

10.3.1. Resultados com o controle químico

Pesquisas e experiências de fitopatologistas demonstram que a aplicação de fungicidas é mais eficaz quando combinada com práticas de controle cultural. A aplicação isolada de fungicidas pode ter um impacto limitado, especialmente se o patógeno já estiver esporulado no fruto, tornando a intervenção tardia e menos eficaz. Para maximizar a eficácia, as pulverizações devem ser direcionadas ao tronco e aos ramos principais dos cacaueiros até a altura de aproximadamente 3 metros, onde ocorre a maior concentração de frutos em formação (TORRES DA LA CRUZ et al., 2019).

Uma pesquisa conduzida por Aranzazu Hernández na Colômbia e citada por Arévalo (2017) revelou que a aplicação de oxicloreto de cobre para o controle da MO resultou em um aumento significativo na produção de cacau. O rendimento passou de 692 kg de amêndoas secas por hectare para 1268 kg/ha, representando um incremento de 83%. Além disso, a incidência de frutos doentes foi reduzida de 49% para 21% (Figura 21).

Recomendações para aplicação

Duração e frequência: as aplicações devem ser realizadas por três meses, começando a partir do pico de floração. Recomenda-se a utilização de pulverizações a alto ou baixo volume, com frequência semanal ou quinzenal, dependendo da intensidade das chuvas e da incidência da doença.

Combinações de fungicidas: aplicação mensal de azoxistrobina (0,8 g i.a./L) combinada com 1 a 3 aplicações mensais de fungicidas protetores à base de cobre. Exemplos incluem hidróxido de cobre (7,5 g i.a./L), óxido cuproso (0,5 kg i.a./ha),

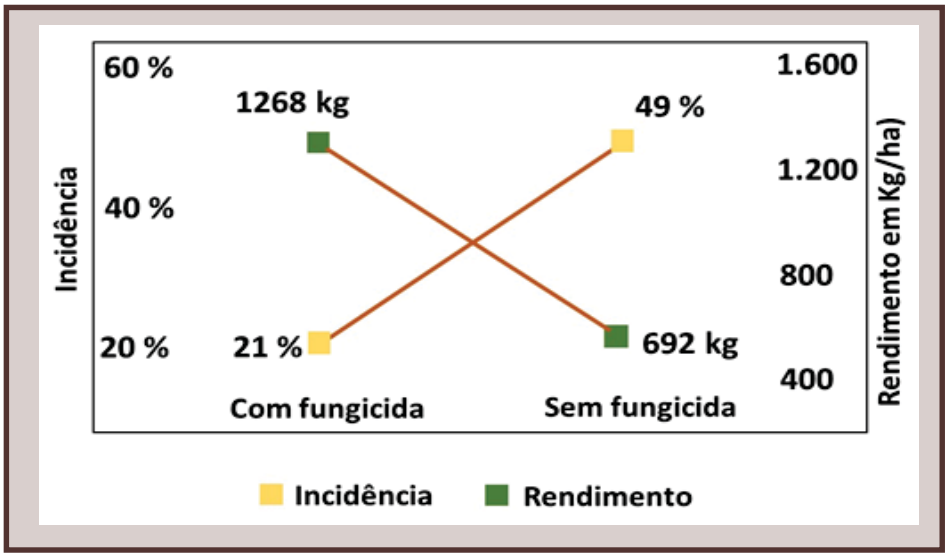


Figura 21. Efeito do Oxicloreto de Cobre sobre a incidência de (*M. roreri*) e rendimento do cacaueiro. Fonte: Aranzazu Hernández citada por Arévalo (2017). Modificado por Virgens Filho, A. C.

zinco (1,0 kg i.a./ha), ou oxicloreto de cobre (2 a 3 kg/ha) (Gonzalez et al., 1983; Suárez Campelo, 1993) aplicados de forma alternada.

A aplicação de fungicidas pode reduzir a incidência da monilíase em cerca de 20-30%. No entanto, a eficácia pode variar dependendo da localização, dose utilizada, método de aplicação e da intensidade da doença.

Embora existam fungicidas registrados no Ministério da Agricultura e Pecuária para o controle da MO no Brasil, a eficácia econômica dessas aplicações ainda precisa ser validada localmente. As pesquisas descritas visam disseminar conhecimentos sobre práticas de controle em dados de outros países e devem ser adaptadas às condições específicas de cultivo e clima do Brasil.

É crucial ressaltar que o controle é de natureza preventiva e deve ser iniciado logo após o início da floração e formação dos frutos. Esta prática deve ser associada a outras práticas de manejo.

No Brasil, nas regiões onde ocorre a monilíase, antes de optar pelo controle químico, será necessário avaliar a relação benefício/custo dessa prática dentro de uma estratégia de manejo integrado. Esse manejo deve combinar resistência genética das variedades de cacau, controle cultural e biológico, levando em consideração as condições climáticas, a suscetibilidade do hospedeiro e o preço do cacau. O objetivo é fornecer informações consistentes para que os produtores de cacau possam tomar decisões eficazes.

10.4. Controle genético

A resistência genética é uma das principais estratégias para o manejo integrado da monilíase. Embora a monilíase ainda não esteja presente no Brasil, o Centro de Pesquisas do Cacau (Cepec) da Ceplac adota uma abordagem preventiva no melhoramento genético. O objetivo central do Programa de Melhoramento Genético Preventivo à Monilíase do Cacaueiro da Ceplac/Cepec (PMGPC) é desenvolver cultivares resistentes à monilíase e às outras doenças já presentes no país. Para alcançar este propósito foram selecionados clones com base na diversidade genética e histórico de resistência a *M. roreri* em regiões onde a doença ocorre.

O PMGPC segue as seguintes etapas:

(i) introdução de fontes de resistência à monilíase;

(ii) melhoramento de populações, utilizando essas fontes para criar populações com características desejáveis, incluindo resistência à monilíase;

(iii) seleção recorrente, apoiada por testes em locais afetados pela doença ou por marcadores moleculares associados aos genes de resistência; e

(iv) experimentos em larga escala em propriedades privadas, para avaliar clones com alto potencial produtivo e resistência às doenças presentes no Brasil e em países parceiros (GRAMACHO et al., 2018).

Os esforços para identificar fontes de resistência ao patógeno resultaram na seleção de diversos genótipos promissores, incluindo acessos das séries EET e Catie, que foram introduzidos no Brasil após quarentena de dois anos no Cenargen, Embrapa. A prioridade foi dada à introdução de fontes de resistência comprovada, entre as quais se destacam ICS 95 (Trinidad), EET 75, EET 233, CC 137, UF 273, UF 712, Catie R1, Catie R4, Catie R6 (Costa Rica) e PA 169 (Peru) (LOPES, 2021).

Esses clones, juntamente com outros materiais do banco de germoplasma da CEPLAC, foram incorporados ao PMGPC para a formação de populações-base. Após a exposição ao fungo causador da vassoura de bruxa, as plantas resistentes foram levadas para testes no campo. As plantas promissoras foram selecionadas com base na produção e resistência às doenças presentes; em seguida foram clonadas e estabelecidas em ensaios em rede na Bahia e no Espírito Santo. Além disso, cerca de 100 clones foram enviados para quarentena no Cenargen, Embrapa, em Brasília, visando testes em países vizinhos, onde a monilíase está presente. Essa iniciativa também busca avaliar a resistência à vassoura de bruxa, fornecendo informações úteis para a Costa Rica, onde a doença ainda não foi detectada (LOPES, 2021).

A Ceplac colabora com outros países para obter e testar fontes de resistência, conduzindo pesquisas sobre a seleção na ausência do patógeno, aprofundando o conhecimento sobre o fungo e analisando parâmetros genéticos de seleção. Projetos estão em andamento para testar variedades resistentes no Equador, Peru e Costa Rica. Essas avaliações incluem as seleções realizadas no Brasil para resistência à

vassoura de bruxa e podridão parda, bem como materiais resultantes de cruzamentos realizados no país com genes de resistência à monilíase, além de variedades recomendadas para plantios comerciais (LOPES, 2021).

Além de resistentes, as cultivares obtidas devem apresentar outras características relevantes para a produção de cacau, como alta produtividade de frutos e grãos, qualidades organolépticas e resistência a outras doenças. A maioria das progênies obtidas dos cruzamentos do Cepec-Ceplac vem sendo avaliada há muitos anos e apresentam resultados promissores. Mas, precisam ser testadas em locais onde a monilíase ocorre.

Os esforços do Cepec são fortalecidos por estratégias avançadas, como a seleção genômica (SG). A SG é uma abordagem inovadora que utiliza marcadores genéticos moleculares para projetar programas de melhoramento e desenvolver modelos precisos de avaliação genética. No melhoramento de plantas, a SG oferece uma maneira eficiente de aumentar o ganho genético em características complexas, reduzindo tempo e custos. No Cepec, essa estratégia tem sido fundamental para aprimorar os esforços de melhoramento, especialmente na seleção de clones quanto à resistência à monilíase. Uma equação validada na Costa Rica é aplicada para analisar dados locais, estabelecendo a hierarquia dos clones e permitindo a identificação precisa dos mais resistentes e suscetíveis (LOPES, 2021).

10.4.1. Pesquisas com resistência genética a MO em outros países

A seguir é apresentado um resumo dos programas de melhoramento genético em países onde a monilíase está presente. A maioria dos clones citados estão integrados no PMGPC.

10.4.1.1. Equador

No Equador, o Instituto Nacional de Investigaciones Agropecuárias (Iniap) desenvolve um programa de melhoramento genético com foco na resistência às principais doenças do cacaueiro, especialmente à monilíase. As atividades incluem a coleta e avaliação de germoplasma, bem como a geração de progênies a partir de cruzamentos dirigidos na Estación Experimental Tropical (EET) Pichilingue (CANTOS et al., 2021).

O Iniap iniciou seu programa de seleção na região costeira em 1940, resgatando os primeiros genótipos de cacau da série Nacional. Em 1960, o Instituto deu ênfase à resistência genética à vassoura de bruxa e à produção, selecionando mais de 100 clones, entre os quais se destacaram: EET 233, EET 381, EET 382 e EET 387.

A partir de 1980, o foco dos trabalhos mudou para a qualidade do cacau, visando a recuperação do sabor "*arriba*", além dos parâmetros de resistência e produção.

Atualmente, o Iniap recomenda os seguintes clones: EET 19, EET 96, EET 103, EET 544, EET 556, EET 558 e EET 575.

Cantos et al. (2021), avaliaram 30 genótipos provenientes de cruzamentos entre materiais do Alto Amazonas e Nacional do Equador, e identificaram fontes de resistência à monilíase em híbridos como mencionados a seguir: Iniap 258 (genótipo Alto Amazônico), INIAPT 535 (Amazônico x Nacional), bem como os genótipos INIAPT 469, INIAPT 482, INIAPT 585, INIAPT 626, INIAPT 640 e INIAPT 647 (Nacional x Nacional). Estes clones de cacau apresentaram baixa incidência de frutos com monilíase. Por outro lado, os genótipos INIAPT 281, INIAPT 529 e INIAPT 626 (Nacional x Nacional) não exibiram infecção por este patógeno. O clone controle EET 233 demonstrou suscetibilidade, enquanto o controle SCA 6 apresentou a maior suscetibilidade entre os materiais testados.

10.4.1.2. Costa Rica

Na Costa Rica, o Centro Agronómico Tropical de Investigación y Enseñanza (Catie), em 1980 iniciou a avaliação de germoplasma empregando métodos de seleção de genótipos de alta produção, resistentes às principais doenças do cacaueiro na Costa Rica, entre as quais destacam-se a monilíase e a podridão parda, além da ênfase na boa qualidade do cacau. As pesquisas envolveram a realização de cruzamentos, inoculação artificial com *M. roreri* e seleção de genótipos por meio do método de seleção recorrente, usando a ampla diversidade genética da Coleção Internacional de Germoplasma de Cacau (ENRÍQUEZ; SORIA, 1977).

O Catie avaliou mais de 800 genótipos de cacau e, desde 2007, recomendou os seguintes clones: Catie R1, Catie R4, Catie R6, CC 137, ICS 95 e PMOT 58. Entre estes, o Catie R4 e o Catie R6 receberam prêmios de qualidade em edições do programa Cocoa of Excellence (CoEx) Awards, realizadas no Salão do Chocolate de Paris (PHILLIPS-MORA et al., 2012; 2017).

10.4.1.3. Colômbia

Na Colômbia, a Agrosavia recomenda o plantio de materiais genéticos de eficiência produtiva e resistência às principais doenças, a exemplo dos clones: ICS 1, ICS 95, ICS 39 e TSH 565. Na avaliação de clones, realizado por Rodrigues (2005), verificou-se que os clones ICS 39, TSH 565, ICS 40, IMO 67, ICS 1, ICS 60, CAP 34 e EET 8 mostraram-se suscetíveis a monilíase, enquanto o clone CCN 51 foi moderadamente suscetível, e o clone ICS 95 foi moderadamente resistente. Estes resultados motivaram à recomendação de plantio destes dois últimos materiais em ambientes favoráveis a manifestação epidêmica do patógeno.

A Federação Nacional dos Cacauicultores Colombianos (Fedecacao) adotou estratégias participativas em 40 municípios de 12 estados, visando à seleção,

conservação e avaliação de genótipos de cacau produtivos e resistentes às principais doenças, em especial a MO , e quanto ao perfil sensorial do cacau. Os resultados mostraram que seis destes clones (FLE 3, FSA 13, FEAR 5, FLE 2, FSA 12 e FSV 41) foram mais produtivos do que os controles CCN 51 e TSH 562, que foram resistentes a monilíase, e o TSH 565 que foi suscetível (GUERRERO et al., 2023).

10.4.1.4. Peru

No Peru, o Instituto de Cultivos Tropicales (ICT), a partir de 1988 realizou a seleção de plantas em fazendas, visando à identificação de materiais resistentes a monilíase. Esta inciativa possibilitou o resgate de materiais que foram usados no programa de melhoramento genético do ICT (ARÉVALO, 2017).

Um experimento vem sendo conduzido pelo ICT em Tarapoto, nesse país, em colaboração com a Ceplac, com o propósito de avaliar clones utilizados comercialmente no Brasil, dando ênfase ao comportamento em relação a produção e resistência a monilíase. Este trabalho se encontra em andamento e poderá gerar informações relevantes sobre o desempenho destes materiais, gerando subsídios para uso, na hipótese de esta doença ocorrer nas principais regiões cacaueiras do Brasil (ARÉVALO, 2017).

Ainda no Peru, Rios-Ruiz (2004), estudou a resistência de cultivares usadas no país e em outros países com relação à monilíase, avaliando 15 materiais do banco de germoplasma de Tingo Maria e 12 cultivares cultivados em Tocache. A resistência genética foi avalliada através da inoculação artificial de *M. roreri* e por meio da infecção natural ocorrida em condições de campo, por dois anos consecutivos.

Os resultados de ambos os locais mostraram níveis mais baixos de infecção de *M. roreri* no ICS-95, tanto nas condições naturais como na inoculação artificial, sugerindo a estabilidade da resistência deste material, e reiterando sua importância como fonte de resistência para o melhoramento genético do cacaueiro. Um segundo grupo de clones formado pelos cultivares Pound 7, EET 400, UF 29, UF 667, SCA 6, Pound 12, UF 613, SCA 12, ICS 6, ICS 39, ICS 1, IMO 67, CCN 51 e UF 296 foi considerado suscetível à monilíase.

10.4.1.5. México

No México, o Instituto Nacional de Investigaciones Florestales Agrícolas y Pecuarias (Inifap) introduziu em 2006, genótipos de cacau resistentes à monilíase, destacando-se o ICS 95 e o UF 273. O PA 169 apresentou resistência moderada (GARRIDO-RAMIREZ et al., 2012). Atualmente, o foco é direcionado àformação de novos híbridos (GARCIA et al., 2014).

Em 2024, o México lançou dois novos clones resistentes à monilíase: CAERI 1 e CAERI 2. Desenvolvidos para enfrentar a monilíase e a podridão parda (*Phytophthora*

palmivora), esses clones resultam de cruzamentos internacionais e foram avaliados no Campo Experimental Rosario Izapa do INIFAP. O CAERI 1 é derivado do cruzamento entre PA 169 e UF-273, e o CAERI 2 do cruzamento entre H-31 e UF-273.

Os resultados mostraram que o CAERI 1 tem maior resistência tolerância à monilíase e alto desempenho, enquanto o CAERI 2 apresenta resistência moderada à doença, mas destaca-se pelo seu desempenho agronômico superior. Ambos os clones são recomendados para melhorar a produtividade e a sustentabilidade da cacauicultura no México (AVENDAÑO-ARRAZATE et al., 2024).

11. A MONILÍASE NO BRASIL

No Brasil, a MO foi detectada em 2021 em frutos de cacau e cupuaçu em uma paisagem urbana nas cidades de Cruzeiro do Sul e Mâncio Lima, no estado do Acre, conforme a PORTARIA Nº 372, DE 3 DE AGOSTO DE 2021, do Ministério da Agricultura e Pecuária (MAPA, 2021). Em resposta, diversas ações foram implementadas pelo Ministério da Agricultura e pela agência de defesa estadual para erradicar o foco e prevenir a disseminação da doença. Graças a essas medidas, a doença permanece contida.

Em 2022, um novo foco foi identificado no município de Tabatinga, no estado do Amazonas, próximo à fronteira com Brasil, Colômbia e Peru, a cerca de 500 km do primeiro foco (Figura 22). O estado do Amazonas possui uma extensa fronteira com Peru, Colômbia e Venezuela. Estudos epidemiológicos anteriores (GRAMACHO et al., 2018; RIOS-RUIZ, 2004; SGRILLO, 2010) já haviam identificado essa região como um potencial ponto de entrada para o patógeno, devido

Figura 22. Monilíase do cacaueiro, doença encontrada pela primeira vez no Brasil em frutos de cacaueiro e cupuaçuzeiro no município de Cruzeiro do Sul, estado do Acre. Foto: Arquivo/Mapa.

principalmente à proximidade com a Colômbia, ao intenso trânsito de pessoas e frutos entre as regiões e ao comércio de produtos e subprodutos de cacau.

Os estados do Acre e Amazonas estão em quarentena. O transporte de materiais vegetais das espécies *Theobroma* e *Herrania*, além de outras hospedeiras de *M. roreri,* está proibido para outras partes do país. Esta medida cautelar visa fornecer suporte legal às ações de fiscalização do trânsito de vegetais pelas Agências Estaduais de Defesa Agropecuária, com o objetivo de evitar a dispersão da MO para áreas ainda indenes (sem presença da doença) no Brasil.

Com o aumento do trânsito de pessoas entre o norte e o nordeste do Brasil, especialmente após a construção de grandes rodovias, a introdução da doença no Pará, na Bahia e no Espírito Santo tornou-se uma ameaça explícita e constante. A dispersão da monilíase no Brasil é uma questão de tempo, exigindo vigilância e medidas de controle rigorosas.

O território brasileiro possui condições climáticas adequadas e hospedeiros suscetíveis à MO, aumentando o risco de estabelecimento da doença (SGRILLO, 2010; GRAMACHO, et al., 2018), especialmente nas regiões Norte e Nordeste. Este cenário é preocupante, pois estima-se que as perdas causadas pela monilíase no Brasil poderiam superar aquelas observadas com a entrada da vassoura de bruxa (*M. perniciosa* (Stahel) Singer) na Bahia, em 1989.

Nas regiões onde a monilíase se estabeleceu, a doença tem se mostrado mais destrutiva do que a vassoura de bruxa, que provocou uma catástrofe econômica e social na Região Cacaueira do Sul da Bahia, eliminando mais de 250 mil empregos diretos e reduzindo a produção de cacau para apenas 25% da capacidade original. Curiosamente, a tradicional região cacaueira da Bahia apresenta condições ambientais muito favoráveis à manifestação de uma epidemia de monilíase, o que destaca a necessidade de proteção para esta e outras regiões produtoras de cacau no Brasil, tais como Pará, Rondônia, Espírito Santo e Mato Grosso. Medidas de defesa sanitária são essenciais para conter a doença na sua região original de ocorrência (MULLER, 2022).

A presença da praga no Brasil levou o MAPA, em colaboração com a Ceplac e as Agências Estaduais de Defesa Agropecuária, a intensificarem campanhas de alerta para evitar a dispersão do fungo para outras regiões do território brasileiro.

11.1. Riscos de nova introdução e dispersão da MO no Brasil

Os frutos de cacau e cupuaçu, bem como as sementes contaminadas por *M. roreri,* constituem a principal via de entrada da monilíase em regiões indenes. No entanto, o homem se destaca como o principal veículo de disseminação da doença. A doença pode ser disseminada através do transporte de material vegetativo de plantas hospedeiras ou não hospedeiras, além de artigos regulamentados, como sacarias e

embalagens de produtos vegetais infestados com esporos provenientes de áreas onde a doença está presente, tanto no exterior quanto no território nacional (GRAMACHO et al., 2018).

As regiões de fronteira com países onde a doença ocorre são as principais portas de entrada, conforme ilustrado na Figura 23. O Brasil faz fronteira com o Peru e a Bolívia pelo estado do Acre. A cidade de Cruzeiro do Sul, onde foi detectado o primeiro foco de monilíase no país, tem fácil acesso a Pucallpa, no Peru. Brasiléia e Santa Rosa estão próximas à Bolívia, em áreas onde há focos da doença. Além disso, a Estrada do Pacífico, que conecta Matarani, no Peru, a Assis Brasil, no estado do Acre, é o primeiro eixo Atlântico-Pacífico na América do Sul. Esta estrada facilita o turismo e o comércio bilateral, além de garantir o acesso de produtos peruanos ao Oceano Atlântico e produtos brasileiros ao Oceano Pacífico, promovendo intenso trânsito de pessoas e veículos.

O estado de Roraima faz fronteira com a Guiana e a Venezuela, de onde migram pessoas para o território brasileiro, principalmente para o município de Pacaraima. No estado de Rondônia, as cidades de Guajará-Mirim e Costa Marques têm movimentação frequente de pessoas e comunicação constante com a Bolívia, vizinha

Áreas de riscos prováveis de nova introdução da monilíase no Brasil

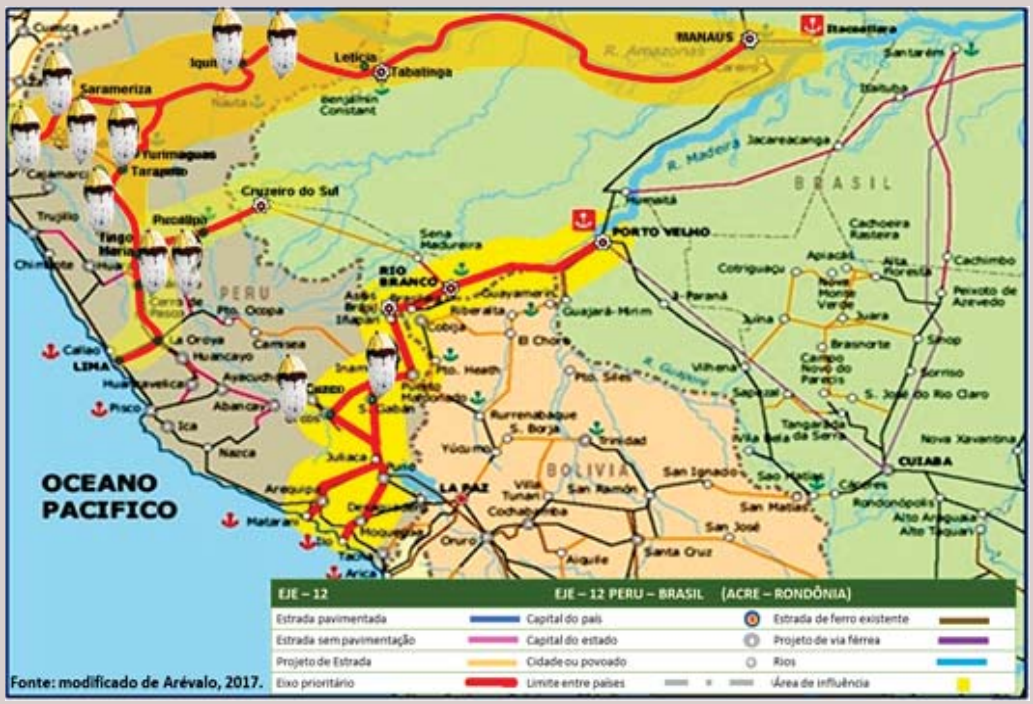


Figura 23. Áreas com possibilidade de nova introdução da monilíase no Brasil.

de Rondônia pelos rios Guaporé e Mamoré, com acesso facilitado por travessias em pequenas embarcações.

A Amazônia constitui a principal rota de introdução da monilíase no Brasil (Figura 24). A disseminação ou novas introduções da praga ocorrerão nas áreas onde são cultivados o cacaueiro e o cupuaçuzeiro, seus hospedeiros preferenciais, ou em locais com presença de hospedeiros silvestres, tais como *T. obovatum, T. speciosum, T. bicolor,* entre outros (GRAMACHO et al., 2018).

Figura 24. Segundo foco da monilíase do cacaueiro no Brasil, no estado do Amazonas. Fonte: Mapa (2022).

Além dos riscos mais prováveis de introdução pela Amazônia, alerta-se que a intensificação do trânsito de pessoas e cargas entre o Brasil e países onde a monilíase ocorre, não só os da América do Sul, como os da América Central e da América do Norte, aumenta o risco de entrada da praga, sendo necessária a adoção de medidas que visem prevenir a sua introdução, tais como: intensificação das ações de fiscalização nos portos, aeroportos e rodoviárias; implementação de barreiras móveis; campanhas educativas; confinamento de germoplasma de cacau em estações quarentenárias, entre outras (GRAMACHO et al., 2018).

Há outros eixos facilitadores como a linha de ônibus de São Paulo a Lima, capital do Peru, passando por Porto Velho ou passando por Santa Cruz de la Sierra e La Paz, na Bolívia, assim como a construção da ferrovia FIOL, em fase de andamento, que ligará Figueirópolis no estado do Tocantins a Ilhéus, na Bahia (GRAMACHO, 2010).

11.2. Fatores de influência na velocidade de introdução e dispersão da monilíase

Sgrillo (2010), aplicando modelos matemáticos para simular a introdução e dispersão da MO do cacaueiro no Brasil, apresentou o seguinte prognóstico: "se a MO fosse introduzida no estado do Acre e, posteriormente, em Rondônia, o risco de introdução nas plantações de cacau da Bahia seria muito elevado, inviabilizando o cultivo do cacau. Ele se baseou no impacto causado pela doença nas regiões onde ocorre, chegando a provocar perdas superiores a 80%, tornando-se um fator limitante da produção do cacau.

11.3. Impactos da introdução da monilíase no Brasil

Sgrillo (2010) aplicou um modelo determinístico/[1], utilizando conceitos da dinâmica de sistemas/[2], levando em consideração as interações entre o fungo *M. roreri* e seus hospedeiros, considerando as relações de causa e efeito, aplicadas às variáveis relevantes com relação às perdas na produtividade do cacaueiro. Como resultado das simulações, verificou que as perdas na produção de cacau seriam muito mais elevadas na Bahia; mesmo se fossem feitas remoções semanais de frutos, ainda haveria perdas de 50% em relação à produtividade potencial. Sem controle cultural, as perdas chegariam a 80%.

Por sua vez, em Rondônia, as perdas seriam menores do que na Bahia, chegando a 30% em relação à produtividade potencial se houvesse remoção semanal de frutos; entretanto, sem controle, as perdas poderiam chegar a 82%.

Diante das ameaças iminentes, cumpre mencionar que as medidas de defesa sanitária são de fundamental importância para mitigar os impactos da introdução da MO nas regiões produtoras de cacau. Se essas medidas forem adotadas apenas em parte, não serão suficientes para evitar as perdas decorrentes da presença da MO no Brasil, sendo, portanto, muito importante a ação proativa por parte do governo e do setor privado com vistas ao futuro. Em outros países em que a doença foi introduzida, a produção de cacau foi gravemente afetada. No Brasil seu estabelecimento causaria severos impactos econômicos, sociais e ambientais nas regiões cacaueiras que superaria, os danos causados por qualquer outra doença.

12. PREVENÇÃO À MONILÍASE NO BRASIL

O MAPA, em colaboração com as Agências Estaduais de Defesa Agropecuária e a Ceplac, desenvolve um Programa de Prevenção a MO com o objetivo de viabilizar métodos e tecnologias que contribuam para reduzir os riscos de entrada e dispersão desta e outras pragas quarentenárias no Brasil. Com este propósito são realizados programas de manejo e de prevenção, a fim de minimizar os impactos nas áreas produtivas do país.

O trabalho de prevenção à MO tem suporte na legislação e dá ênfase à fiscalização, monitoramento e detecção da doença, treinamentos, educação sanitária e sistema de mitigação e risco.

[1/] **Modelo determinístico:** é um modelo cujas condições de execução do experimento tornam possível determinar o resultado, sempre que houver as mesmas circunstâncias de entrada e estado do banco de dados; por sua vez, o **modelo não determinístico** é aquele cujas variáveis não podem ser controladas e, portanto, os resultados podem não ser os mesmos, cada vez que há um conjunto específico de valores de entrada e mesmo estado do banco de dados, sendo explicitado através de uma distribuição de probabilidade.

[2/]**Dinâmica de sistemas:** é um conjunto de ferramentas e métodos que tem por objetivo a análise e o estudo do funcionamento de sistemas dinâmicos (sistemas que sofrem alteração ao longo do tempo).

Manual de procedimentos à monilíase do cacaueiro: https://www.google.com/search?q=manual+moniliase+do+cacaueiro+2023&4mAw&ved=0ahUKEwipufzP0_-IBgGQBgiSBwUxLjMuMqAHuBY&sclient=gws-wiz-serp.

Medidas de Prevenção e controle para o manejo da MO:

1. Uso de materiais resistentes.

2. Fermentação de amêndoas

●Comercializar amêndoas fermentadas, tipo I ou tipo II.

3. Sombra eficiente

●Manter sombreamento eficiente moderado de 30 a 40% no cultivo de cacaueiro para permitir a passagem de luz e ar, reduzindo a umidade no ambiente.

4. Podas regulares

●Realizar podas nas árvores para reduzir sua altura, facilitando o manejo cultural; e para manter as árvores arejadas, evitando ambiente favorável ao desenvolvimento da doença.

5. Colheita frequente

●Colher os frutos maduros a cada duas semanas ou até mesmo a cada sete dias, para evitar infecções nas etapas finais da maturação.

6. Práticas de saneamento

●Remover semanalmente os frutos doentes para reduzir o risco de esporulação e infecção nos frutos sadios.

●Retirar os frutos doentes da plantação, amontoar e aplicar bioinsumos (*Trichoderma* spp.) para acelerar a decomposição e antiesporulantes, tais como ureia a 15%.

7. Evite a movimentação de frutos doentes

●Evitar o transporte de frutos doentes dentro da plantação para evitar a dispersão de esporos.

8. Aplicações de fungicidas em épocas críticas

●Durante os picos de produção e alta incidência de MO, aplicar mensalmente fungicidas sistêmicos e a cada 7-21 dias, um fungicida cúprico.

9. Drenagem

●Manter os drenos sempre limpos para evitar o acúmulo de água que favorece o desenvolvimento da doença.

13. REFERÊNCIAS

AIME, M. C.; PHILLIPS-MORA, W. The causal agents of witches' broom and frosty pod rot of cacao (chocolate, *Theobroma cacao*) form a new lineage of Marasmiaceae. **Mycologia**, 97 n. 5, p. 1012-1022, 2005.

ARANZAZU HERNÁNDEZ, F. Análisis de la evolución y variación de la incidencia de escoba de bruja (*C. perniciosa*) en la región de Urabá. VIII Conferencia Internacional de Investigación en Cacao. **Anales** [...] 1979.

ARÉVALO, E. **Manejo integrado de la moniliasis del cacao en el Perú.** Lima: ICT, 2017. 127 p.

ARÉVALO, E.; ZÚÑIGA, L.; ADRIAZOLA, J. **Manejo integrado del cultivo y transferencia de tecnología en la Amazonía peruana.** Chiclayo, Perú: ICT, 2004. 184 p.

ARGÜELLO, C. O. Manejo integrado de monilia en cacao (*Theobroma cacao* L.). In: MEJÍA, L. A.; ARGÜELLO, C. O. (Eds.) **Tecnología para el Mejoramiento del Sistema de Producción de Cacao.** Bucaramanga: Corpoica, 2000.

BETTIOL, W.; GHINI, R. Impactos das mudanças climáticas sobre o controle biológico de doenças de plantas. In: BETTIOL, W.; MORANDI, M. B. (Eds.) **Biocontrole de doenças de plantas: uso e perspectivas.** Jaguariúna: Embrapa Meio Ambiente, 2009. p. 29-48.

BIENG, M. A. N. et al. Tree spacing impacts the individual incidence of *Moniliophthora roreri* disease in cacao agroforests. **Pest Management Science,** v. 73, n. 11, p. 27, 2017.

CANTOS, I. S.; FREIRE, O.T.; MONSERRATE, G. P.; PEÑA, D. C.; MENDOZA, T. C.; SOLÓRZANO, R. L. Selección de genotipos de cacao (*Theobroma cacao* L.) con resistencia a Moniliasis (*Moniliophthora roreri*) em Ecuador. In: CONGRESO LATINOAMERICANO EN CACAO, I, 24-25 nov, 2021, Turrialba. **Anales** [...] Turrialba, LWR-MOCCA/Catie, 2021. p. 9.

COLLI-SILVA, M.; PIRANI, J. R. *Theobroma,* In: **Flora do Brasil.** Rio de Janeiro: Jardim Botânico, 2020. Disponível em: http://floradobrasil.jbrj. gov.br/ reflora /floradobrasil/FB23617. Acesso em: Mai, 2022.

DESROSIERS, R.; SUARÉZ, C. C. Monilia pod rot of cacao. In: GREGORY, P. H. (Ed.). ***Phytophthora* diseases of cocoa.** London: Longman, 1974. p. 273-277.

DIAZ, J. Algunas observaciones sobre la incidencia de Monilia del cacao en Ecuador. **Turrialba** (IICA), 7 (4): 95-99, 1957.

DÍAZ-VALDERRAMA, J. R. et al. Diversity in the invasive cacao pathogen *Moniliophthora roreri* is shaped by agriculture. **Plant Pathology** 71:1721 - 1734, 2022.

E-JARDIM. *Theobroma angustifolium* / cacau-azul-equatoriano ou cacau-esmeralda. [Imagem]. Disponível em: https://e-jardim.com.br/produto/*theobroma-angustifolium*-cacau-azul-equatoriano-ou-cacau-esmeralda/. Acesso em: 28 abr. 2025.

ENRÍQUEZ, G. A.; BRENES, O.; DELGADO, J. C. Desarrollo e impacto de la moniliasis del cacao en Costa Rica. In: INTERNATIONAL COCOA RESEARCH CONFERENCE, 8, Cartagena, 1981. **Proceedings** [...] Cartagena, Colômbia: COPAL. 1982. p. 375-380.

ENRÍQUEZ, G. A.; SORIA, **Mejoramiento genético para resistencia a cinco enfermedades de cacao.** Turrialba, Costa Rica: CATIE. v. l. 1977. 35 p.

ENRÍQUEZ, G. A.; BRENES, O.; DELGADO, J. C. Desarrollo e impacto de la moniliasis del cacao en Costa Rica. In: INTERNATIONAL COCOA RESEARCH CONFERENCE, 8, Cartagena, 1981. **Proceedings.** Cartagena, Colômbia: COPAL. 1982. p. 375-380.

ESTRELA JÚNIOR, A. da S. **Estudo de componentes para o manejo da moniliase do cacaueiro (*Moniliophthora roreri*).** Dissertação (Mestrado em Fitopatologia) – Universidade Federal Rural de Pernambuco, Recife, 2020. 85 p.

EVANS, H. C. Frostry Pod Rot (*Moniliophthora roreri*). In: BAILEY, B. A.; MEINHARDT, L. W. (Eds.) **Cacao Diseases, A History of Old Enemies and new Encounters,** 2016. p. 63-96.

EVANS, H. C. Invasive Neotropical pathogens of tree crops. In: WATLING, R. et al. (Eds.), **Tropical mycology. Micromycetes.** Wallingford: CAB International, v. 2, p. 83-112, 2002.

EVANS, H.C. Pod rot of cacao caused by *Moniliophthora* (Monilia) *roreri*. **Phytopathological Papers,** v. 24, p.1-44, 1981.

EVANS, H. C.; HOLMES, K. A.; REID, A. P. Phylogeny of frostry pod rot pathogen of cocoa. **Plant Pathology Journal**, Oxford, UK, v. 52, p. 476-485, 2003.

EVANS, H. C.; KRAUSS, U.; RIOS-RUIZ, R.; ZECEVICH-ACOSTA, T.; ARÉVALO-GARDINI, E. Cocoa in Peru. **Cocoa Growers' Bulletin,** v. 51, p. 7–22, 1998.

EVANS, H. C., STALPER, J. A.; SAMSON, R. A.; BENNY, E. G. L. On the taxonomy of *Monilia roreri*: an important pathogen of *Theobroma cacao* in South

America. **Canadian Journal of Botany,** Ottawa, Canada, v. 56, p. 2528-2532, 1978.

FOSTER, R. B. (Field Museum of Natural History). *Theobroma speciosum* Willd. Sx Spreng. Sterculiaceae. Disponível em: https://plantidtools.fieldmuseum.org/en/nlp/catalogue/3659859. Acesso em: Mar, 2024.

FUNDACIÓN HONDUREÑA DE INVESTIGACIÓN AGRÍCOLA - FHIA. **La Moniliasis del Cacao: el enemigo a vencer.** Proyecto Promoción de Sistemas Agroforestales de Alto Valor con Cacao en Honduras, ed. 1, La Lima, Cortés, Honduras, 2012.

GARCÍA, Y. P. B.; MORALES, A. A. ANDRADE, P. A. L.; MIRAFUENTES-HERNÁNDEZ, F. Metodología adaptada para la formación de híbridos F1 de cacao (Theobroma cacao L.) en Tabasco. **Revista Mexicana de Ciencia Agrícola,** Texcoco, México, v. 5, n. 5, p. 766-777, 2014.

GARRIDO-RAMIREZ, E. R.; SOLÍS-BONILLA; AVENDAÑOARRAZATELA, C. H. Moniliasis (*Moniliophthora roreri* Cif & Par) del cacao: búsqueda de estrategias de manejo. **Agro Produtividad,** v. 5., n. 6., 2012. Disponível em: https://revista-agroproductividad.org/ index.php/agroproductividad/article/view/416. Acesso em: Ago. 2024.

GONZÁLEZ, L.C.; SÁNCHEZ, J.A.; PORRAS, V.H., UMAÑA, S.Y.; MURILLO, D. Evaluación del fungicida clorothalonil y de la destrucción de mazorcas enfermas en el combate de la moniliasis del cacao. **Agronomía Costarricense**, San José, Costa Rica, v. 7, p. 1-7, 1983.

GRAMACHO, K. P.; ALBUQUERQUE, P.; NOVAIS, C. B.; LOPES, U. V.; MATTOS SOBRINHO, C. C. *Moniliophthora roreri* (Cif & Par.) (Agaricales: Marasmiaceae). In: **Priorização de pragas quarentenárias ausentes no Brasil.** Ed. Elisangela Gomes Fidelis [et al.]. Brasília, DF: Embrapa, 2018. p: 257-271. E-book: il. color.

GUERRERO, N. M.; MORENO. M. E.; GAVANZO, O. M.; DUARTE, H. D.; GUTIERREZ, E. A. **Mejoramiento genético de cacao en Colombia a través de selección varietal participativa.** Bogotá: FEDECACAO. 11 p. Disponível em: htto://Users/w11/mejoramiento-genetico-de-cacao-en-colombia-a-traves-de-seleccion-varietal-participativa.pdf. Acesso em: Jan. 2023.

HARDY, F. **Manual de Cacao.** Turrialba, Cartago, Costa Rica: IICA, 1961. 439 p.

HERNÁNDEZ, T. A. (Ed.) **Cacao. Sistemas de Producción para la Amazonia Peruana**. Proyeto de Promoción Agroindustrial AD/PER/459. UNFDAC-PNUD/OSP. 1991.

JAIMES, Y.Y.; RIBEYRE, F.; GONZALES, C.; ROJAS, J.; FURTADO, E.L.; LAS, C. Factors affecting the dynamics of Frosty Pod Rot in the main cocoa áreas of Santander State, Colombia. **Plant Disease,** v. 103, p. 1665-1673, 2019.

JAIMES, Y. Y.; GONZALES, C.; ROJAS, J.; CORNEJO, O. E.; MIDEROS, M.F.; RESTREPO, S.; CILAS, C.; FURTADO, E. L. Geografic differenciation and population genetic structure of *Moniliophthora roreri* in the principal cocoa areas in Colombia. **Plant Disease**, 12-15-1498-RE, 2016.

JAIMES SUÁREZ, Y. Y. J.; CASTAÑEDA, G. A. A.; DAZA, E. Y. B.; BUSTOS, F. M.; ESTRADA, G. A. R.; MOLINA, J. R. **Modelo productivo para el cultivo de cacao *(Theobroma cacao* L) en el departamento de Santander.** 2 ed. Mosquera: Agrosavia, 2022, 184 p.

JAIMES SUÁREZ, Y.; ARANZAZU HERNÁNDEZ, F. **Manejo de las enfermedades del cacao *(Theobroma cacao* L) en Colombia, con énfasis en monilia (*Moniliophthora roreri*).** Bogota, Colombia: Corpoica, 2010. 90 p.

JOHNSON, E.S., RUTHERFORD, M.A., EDGINGTON, S., FLOOD, J., CROZIER, J., CAFÁ, G., BUDDIE, A.G., OFFORD, L., ELLIOTT, S.M; CHRISTIE, K.V. First report of *Moniliophthora roreri* causing frosty pod rot on *Theobroma cacao* in Jamaica. **New Disease Reports,** London, England, v. 36, n. 2, p. 2 , 2017.

KRAUSS, U.; TEN HOOPEN, M.; HIDALGO, E.; MARTÍNEZ, A.; ARROYO, C.; GARCÍA, J.; PORTUGUEZ, A.; SÁNCHEZ, V. Manejo integrados de la moniliasis (*Moniliophthora roreri*) del cacao (*Theobroma cacao*), en Talamanca, Costa Rica. **Agroforesteria en las Americas,** Turrialba, Talamanca, Costa Rica. Agroforesteria en las Americas, Turrialba, Cartago, Costa Rica, v. 10, n. 37-38, p. 52-58, 2003.

LACERDA, M. *Theobroma angustifolium* / cacau-azul-equatoriano ou cacau-esmeralda cacau silvestre. E-Jardim.com. Disponível em: ttps://e-jardim.com.br/produto/*theobroma-angustifolium*-cacau-azul-equatoriano-ou-cacau-esmeralda. Disponível em: Mar, 2024.

LEITE, R. S. V.; GOMES, I. L. F.; ALBUQUERQUE, P. S. B.; ALEXANDRE, J. R.; SOUZA, L. A. C.; COELHO, R. M. PINHO, D. B. Ocorrência da monilíase do cacaueiro e do cupuaçuzeiro no Estado do Acre, Brasil. CONGRESSO BRASILEIRO DE FITOPATOLOGIA, 53, 2023, Brasília, **Anais** [...] Brasília, DF: 2023. p. 547.

LEITE, R. S. V. et al. Monilíase do cacaueiro e cupuaçuzeiro. Manaus: Embrapa Amazônia Ocidental, 2023. (Comunicado Técnico, 166). Disponível em: https://www.embrapa.br/amazonia-ocidental. Acesso em: 24 abr. 2025.

LOPES, U. V. Melhoramento genético preventivo do cacaueiro visando à resistência à monilíase. SEMINÁRIOS SOBRE INOVAÇÃO TECNOLÓGICA DO CACAUEIRO, 2021, Ilhéus. **Palestra.** Ilhéus, Bahia: MAPA/SDI/ ENAGRO/CEPLAC. 2021.

LOPES, U. V.; MONTEIRO, W. R.; PEREIRA, J. L.; GRAMACHO, K. P.; CLEMENT, D.; PIRES, J. L.; YAMADA, M. M. Preventive breeding for disease resistance - A strategy aimed at a sustainable global production of cocoa In: INTERNATIONAL COCOA RESEARCH CONFERENCE, 15. **Proceedings** [...] San José, Costa Rica: COPAL/CATIE, 2007. v.1, p. 3-9, 2006.

LÓPEZ, M.; ENRÍQUEZ, V. **Presencia de *Monilia roreri* Cif. et Par. en el cacao, Theobroma cacao L. en la frontera de Costa Rica, Nicaragua.** Ministerio de Desarrollo Agropecuario, Managua, Nicaragua, 1980.

MERCHAN, V. M. Avances de la investigación de la moniliasis del cacao em Colombia. **El Cacaotero Colombiano,** v. 16, p:26-41, 1981.

MINISTÉRIO DA AGRICULTURA E PECUÁRIA - MAPA. **Declara quarentena ao estado do Amazonas para conter a monilíase do cacaueiro.** Disponível em: https://www.gov.br/agricultura/pt-br/assuntos /noticias/ mapa-declara-quarentena-ao-estado-do-amazonas-para-conter-a--do cacaueiro#:~:text =Um%20novo%20foco%20da%20doen% C3 %A7a,detectado%20em% 20comunidades%20rurais%20ribeirinhas. Acesso em: Nov. 2022

MINISTÉRIO DA AGRICULTURA E PECUÁRIA - MAPA; SECRETARIA DE DEFESA AGROPECUÁRIA. **Portaria Nº 372, de 3 de agosto de 2021: Declara o estado do Acre como área sob quarentena para a praga quarentenária ausente: *Moniliophthora roreri*.** Disponível em: https:// www.in.gov.br/en/web/dou/-/ portaria-n-372-de-3-de-agosto-de-2021 -336315500. Acesso em: Jun. 2022.

MULLER, M. W. **Monilíase do cacaueiro.** Brasília, DF: MAPA, 1 p. 2022. Disponível em: https://www.gov.br/agricultura/pt- br/assuntos/ceplac/ publicacoes/. Acesso em: Jun. 2022.

MULLER, A. El reconocimiento de lãs enfermedades de lãs plantas cultivadas de Venezuela. **Boletín de la Sociedad Venezolana de Ciencias Naturales,** Caracas, Venezuela, v. 8, p. 99-113, 1941.

OREA, M. D. D. et al. Current status of cocoa frosty pod rot caused by *Moniliophthora roreri* and a phylogenetic analysis. **Plant Pathology Journal,** v. 16, p. 41-53, 2017.

ORELLANA, R. G. Ocurrence of Monilia podrot and other cacao disease in Eastern Panamá. **Plant Protection Bull,** F.A.O., v. 4, p. 168-169, 1956.

ORELLANA, R. G. Enfermedades del cacao en Venezuela, Colombia, Ecuador Trinidad. **Agricultura Tropical.** Colombia: Bogota, v. 10, p. 2731, 1954.

OLIVEIRA, M. L.; LUZ, E. D. M. N. **Identificação e manejo das principais doenças do cacaueiro no Brasil.** Ilhéus, Bahia: Ceplac/Cepec, 132p. 2005.

PHILLIPS-MORA, W. Biología de la moniliasis del cacao y desarrollo de genotipos resistentes. **Revista Mexicana de Fitopatologia.** México: Cidade do México, v. 35, p. 6-9, 2017. (Suplemento).

PHILLIPS-MORA, W. **Origin, biogeography, genetic diversity and taxonomic affinities of the Cacao (*Theobroma cacao*) fungus *Moniliophthora roreri* (Cif.) Evans et al. as determined using molecular, phytopathological and morpho-physiological evidence.** Ph.D. thesis. University of Reading, UK. 2003.

PHILLIPS-MORA, W.; WILKINSON, M. J. Frosty pod of cacao: a disease with a limited geografic range but unlimited potencial for damage. **Phythopatology,** Saint Paul, Minnesota, EUA, v. 97, p. 1644-1647, 2007.

PHILLIPS-MORA, W.; COUTIÑO, A.; ORTIZ, C. F.; LÓPEZ, A. P.; HERNÁNDEZ, J.; AND AIME, M. C. First report of *Moniliophthora roreri* causing frosty pod rot (= moniliasis disease) of cacao in Mexico. **Plant Pathology,** v. 55, p. 584, 2006.

PHILLIPS-MORA, W. et al. Evaluation of cacao (*Theobroma cacao*) clones Against seven Colombian isolates de *Moniliophthora roreri* from pathogen genetic groups. **Plant Pathology Journal,** ed. 4, v. 54, p. 483-490, 2005.

PHILLIPS-MORA, W; ARCINIEGAS-LEAL, A. M.; QUIROS. A. M.; MOTAMAYOR-ARIAS, J. C. Catalogue of cacao clones selected by CATIE for commercial plantings. **Technical manual.** Turrialba, Costa Rica: CATIE, n. 105, 68 p. 2013.

PORRAS, V. H.; ENRÍQUEZ, G. **Spread of monília pod rot of cocoa through Central América.** San José, Costa Rica: IICA, 1998. p.20.

RAM, A. **Biology, epidemiology and control of moniliasis (*Moniliophthora roreri*) of cacao.** Thesis Ph.D. University of London, England, 1989. 286 p.

RAM, A.; VALLE, R. R.; GARDINI, E. A. **Monília do Cacaueiro.** São Paulo: Fundação Cargill, 2004. 36 p.

RIOS-RUIZ, R. A. **Epidemiologia e manejo da monilíase do cacaueiro no Peru.** Tese (Doutorado em Fitopatologia) - Universidade Federal de Viçosa, Viçosa, 2004. 80 p.

RORER, J. B. **Enfermedades y plagas del cacao en el Ecuador y métodos**

modernos apropiados al cultivo del cacao. Reporte presentado a la Sociedad de Agricultores del Ecuador. Guayaquil, 1918.

SGRILLO, R. B. **Modelos Matemáticos para Simular a Introdução e Dispersão da monilíase do Cacaueiro no Brasil: Relatório de Pós Doutorado realizado na ESALQ/USP.** Brasília, DF: Mapa. 2010. 85 p.

SIVIERO, A.; MACEDO, P.E.F.; MOREIRA, G.T.S. Doenças do cacaueiro e cupuaçuzeiro no Acre. **Agrotropica,** v. 134, n. 2, p. 159-164, 2022.

SUÁREZ CAPELLO, C. Enfermedades del Cacao y Su Control. In: Carmen Suárez Ed. **Manual del Cultivo de Cacao.** 2. ed., Quevedo, Equador: INIAP, 1993. p. 90-106. (Manual Técnico n. 25).

STERLING CUÉLLAR, A. et al. [Imagem]. In: Selección de materiales sobresalientes del género Theobroma como estrategia de rescate del germoplasma local en el Departamento del Caquetá. 1. ed. Colombia: Editorial Scripto, 2014. Cap. 3.

TORRES-DE-LA-CRUZ, M. et al. Control químico de *Moniliophthora roreri* em México. **Revista Biotecnia**. México, v. 21, n. 2, p. 55-61, 2019.

TORRES-DE-LA-CRUZ, M. et al. Efecto del Azoxystrobin Sobre *Moniliophthora roreri*, Agente Causal de la Moniliasis del Cacao (*Theobroma cacao*). **Revista Mexicana de Fitopatologia.** México, v. 31, n. 1, p. 65-69, 2013.

USECHE, J. O. P.; ARDILA, J. R. Processo del cultivo del cacao - El Suelo. In: **Guía Técnica para el cultivo del Cacao.** Bogotá, Colombia: Fedecacao, 2004. p. 62-65.

VARGAS, O. *Theobroma mammosum* Cuatrec. & J.León. [Imagem]. Observada em: 24 out. 2005. Disponível em: https://identify.plantnet.org/k-world-flora/species/*Theobroma%20mammosum*%20Cuatrec.%20&%20J.Le%C3%B3n/data. Acesso em: 28 abr. 2025.

CAPÍTULO 11

Irrigação na cultura do cacau

IRRIGAÇÃO NA CULTURA DO CACAU

Francisco Adriano de C. Pereira, Vital Pedro da Silva Paz
Luís Fernando de Souza Magno Campeche
Gerlange Soares da Silva

1. A IRRIGAÇÃO NA CACAUICULTURA

O cultivo do cacaueiro é largamente difundido na região Tropical Úmida, onde se constitui numa importante opção econômica. O cacau é plantado na África, América Latina, Ásia e Oceania, sendo a produção mundial correspondente a 4,818 milhões de toneladas em amêndoas secas em 2021/2022 (OICC, 2023).

No Brasil, a cacauicultura está em franca expansão no estado do Pará, na renovação de áreas nos estados da Bahia e Espírito Santo, manutenção de áreas tradicionais nos estados do Amazonas, Rondônia e Acre, e plantio de pequenas áreas no Mato Grosso. Nos últimos 15 anos, o cacau vem alcançando novas fronteiras, sendo implantado em regiões não tradicionais, por meio do cultivo a pleno sol com fertirrigação em áreas planas, onde tem apresentado bons resultados, a exemplo dos plantios do Centro Oeste baiano, das regiões semiáridas do nordeste brasileiro (Ceará, Pernambuco, Sergipe e Rio Grande do Norte), assim como na região sudeste (Espírito Santo, Minas Gerais e São Paulo). Atualmente existem no país 93.000 propriedades desenvolvendo a atividade cacaueira com uma área plantada de 620.215 hectares, sendo 96 % nos estados da Bahia e Pará (IBGE, 2023).

O cacau é uma cultura com alta sensibilidade ao hidroperíodo, sendo a escassez ou excesso de água no solo um fator limitante para o aumento de produtividade. Em todo o mundo, a cacauicultura foi difundida prevalentemente nas áreas úmidas, sendo rara a exploração de lavouras irrigadas e escassa a literatura científica sobre o planejamento, dimensionamento e manejo da irrigação.

O cultivo de cacau irrigado nas regiões de menor distribuição de chuvas, além de possibilitar altas produtividades, apresenta menor risco de problemas fitossanitários devido às condições ambientais menos favoráveis ao desenvolvimento de doenças, principalmente quando o sistema de irrigação é localizado (gotejamento e microaspersão).

O emprego da irrigação e da fertirrigação na cacauicultora requer conhecimentos específicos, que estão sendo desenvolvidos ou extrapolados de outras lavouras.

Neste capítulo são apresentadas informações para o uso eficaz da água de irrigação na cultura do cacau, de maneira a instrumentalizar os técnicos e agricultores no manejo da água em sistemas de irrigação localizados, além de facilitar a tomada de decisão pelos produtores.

2. DECISÃO QUANTO A IRRIGAÇÃO

A decisão sobre a irrigação a ser utilizada deve ser feita após uma análise criteriosa, de maneira a responder a três perguntas: Quanto irrigar? Quando irrigar? E como irrigar?

2.1. Quanto e quando irrigar?

A resposta a "quanto irrigar" e "quando irrigar" depende das seguintes informações:

i) capacidade de armazenamento e retenção da água no solo.

ii) demanda hídrica da cultura que é função dos seguintes fatores: exigências da cultura; estádio de desenvolvimento das plantas; espaçamento; grau de cobertura do solo; e área foliar.

iii) condições atmosféricas: radiação solar; temperatura do ar; umidade relativa do ar; velocidade do vento; e distribuição de chuvas ao longo do ano.

2.2. Como irrigar?

A partir das informações sobre "quando" e "quanto irrigar", o agricultor e o técnico podem definir o método e o sistema de irrigação. Esta decisão é muito importante, pois a falta de conhecimento no assunto tem levado muitos produtores a investirem de maneira equivocada na escolha do sistema de irrigação.

3. O SOLO COMO UM RESERVATÓRIO DE ÁGUA

No que se refere a capacidade de armazenamento da água no solo, deve-se entender o solo como um sistema trifásico. A primeira fase (sólida) é constituída por partículas minerais e orgânicas de variada composição, tamanho e arranjo, definindo um sistema poroso. A segunda fase é liquida, sendo constituída pela solução do solo, cujo solvente principal é a água, que ocupa parte do volume, nos espaços vazios do arranjo poroso. A terceira fase é gasosa, a qual ocupa o resto do espaço poroso, onde circula o ar do solo, que insere o vapor d'água, um componente de estrema importância, geralmente em equilíbrio com a água líquida.

A representação gráfica da composição do solo pode ser visualizada na Figura 1.

A fase sólida é representada pelos minerais distribuídos por classes de tamanho, definindo sua textura, assim como o arranjo cristalográfico define a sua estrutura. Essa parte ocupa em torno de 45 % do volume do solo.

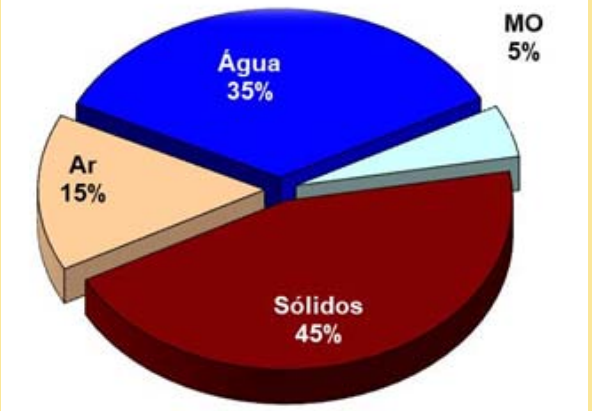


Figura 1. Representação gráfica da composição volumétrica do solo.

No espaço poroso, ocupado pelas fases líquida e gasosa, ocorre o armazenamento da água (solução do solo) e do ar na atmosfera do solo, os quais são importantes para o suprimento hídrico, respiração das raízes e nutrição do cacaueiro.

O tamanho e a natureza das partículas minerais, bem como a maneira como elas se arranjam estruturalmente, conferem ao solo propriedades particulares de armazenamento da água. A textura é intimamente associada a capacidade de armazenamento de água, podendo-se generalizar que solos de textura arenosa apresentam menor capacidade de armazenamento e retenção de água que os solos de textura mais fina, tendendo para os siltosos e argilosos.

A estrutura do solo e a textura, constituem propriedades físicas de importância fundamental para o cacaueiro, pois interferem na porosidade e compactação do solo. Um solo com porosidade reduzida e compactado apresenta redução significativa na capacidade de armazenamento de água e na circulação de ar, comprometendo o desenvolvimento das raízes, o crescimento e a produção da cultura.

3.1. Principais características do solo relacionadas a capacidade de armazenamento de água

3.1.1. Densidade de partículas

A densidade de partícula (dp) pode ser determinada em laboratório por técnica específica ou adotando-se o valor de dp = 2,65 $g.cm^{-3}$, valor este assumido como valor médio para os solos tropicais com origem pedológica em rochas de quartzo e feldspatos.

A densidade global (dg) ou aparente pode ser determinada pela relação entre massa de solo seco em gramas (m_{ss} (g)) e o volume da amostra indeformada em anel volumétrico (V), em cm^{-3}, conforme apresentado na equação 1.

$$dg = \frac{m_{ss(g)}}{V_{(cm^3)}} \qquad \text{eq. 1}$$

3.1.2. Porosidade total do solo

A porosidade total do solo (α), corresponde a umidade saturada para um potencial matricial (ψ_m) da água no solo de 0,0 KPa (θ de 0,40 $cm^3.cm^{-3}$) ou de 40,0 %. Ela pode ser estimada de forma aproximada pela equação 1:

$$\alpha = \left(1 - \frac{d_g}{d_p} \right) 100 \qquad \text{eq. 2}$$

em que:

α - porosidade total do solo, %;

dg - densidade global ou aparente do solo, $g.cm^{-3}$;

dp - densidade de partícula do solo ou real, $g.cm^{-3}$.

3.1.3. Macroporosidade

A macroporosidade (μ) é uma característica física hídrica muito importante para a drenagem natural dos solos, sendo um elemento quantitativo utilizado nas equações de drenagem em regime de recarga do aquífero de forma variável.

A macroporosidade (μ) pode ser definida como o volume de poros drenados em equilíbrio com um potencial de 6,0 KPa ou 60 cca. Ela é obtida pela subtração da porosidade total (α) da umidade (θ), em equilíbrio com o potencial de 6,0 Kpa.

3.2. Limites de umidade do solo

De uma forma geral, os limites de umidade do solo podem ser assim definidos: solo saturado, capacidade de campo e ponto de murcha permanente, conforme representado na Figura 2.

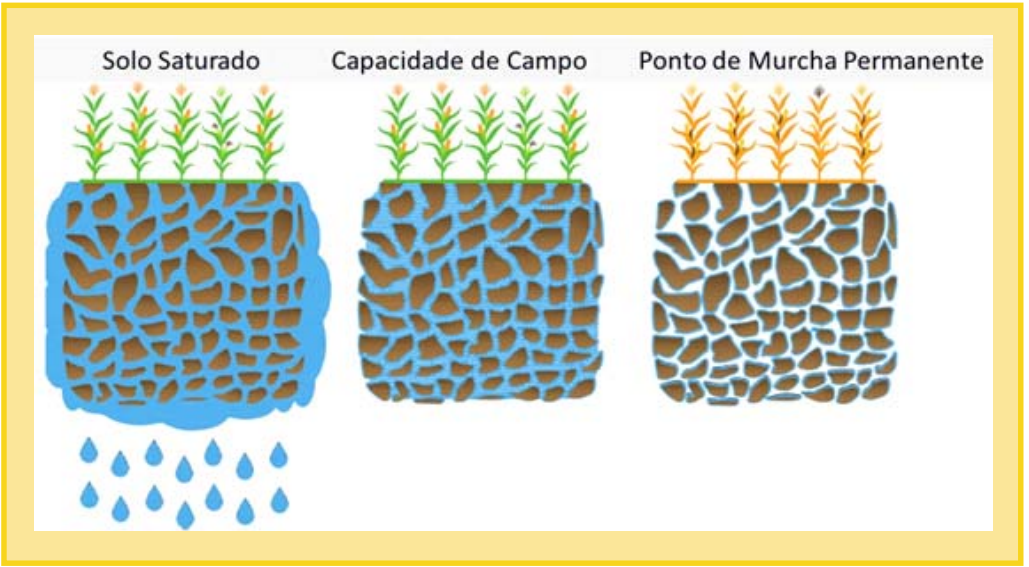


Figura 2. Representação dos limites de umidade do solo.

- **Solo saturado:** é aquele em que os poros são totalmente preenchidos pela água; nesta condição, o ar do solo é expulso pela água, tornando-o impróprio para o desenvolvimento das culturas. Em condições de drenagem natural adequada após algumas horas ou dias, o solo começa a percolar a água para as camadas inferiores do perfil por efeito da força gravitacional.

- **Solo na capacidade de campo:** esta situação ocorre quando há um equilíbrio entre os potenciais gravitacional e matricial da água do solo, podendo se chamar também como máxima capacidade de armazenamento da água no solo.

- **Solo no ponto de murcha permanente:** na medida em que vai havendo a extração de água do solo pelo sistema radicular da cultura por efeito da evapotranspiração, ocorre a transferência de água do sistema solo-planta para a atmosfera, o que diminui progressivamente a umidade do solo, reduzindo-o ao ponto de murcha permanente.

3.3. Capacidade de armazenamento de água no solo

A quantificação dos limites de água no solo pode ser obtida por meio de uma análise físico-hídrica, utilizando, de preferência, uma amostra com estrutura indeformada, conforme a Figura 3 (a e b).

Figura 3. (a) - Anéis metálicos, martelo, castelo, pincel e espátula. (b) - Retirada de amostras de solo indeformadas. Foto: Francisco Pereira (UFRB).

De posse das amostras com estrutura preservada é possível obter no laboratório de física do solo, as relações massa/volume e de capacidade de retenção de água no solo, conforme representado na Figura 4 (a e b).

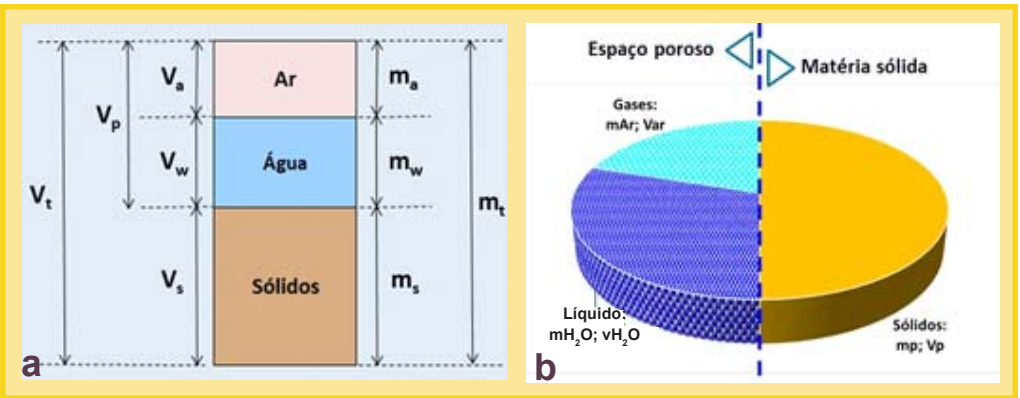


Figura 4 (a) e (b). Representação das relações massa - volume de um solo.

Em laboratório, as amostras com estrutura preservada são preparadas e colocadas para saturar em bandejas com água até a altura de 3/4 do anel (Figuras 5a, 5b).

Em seguida, as amostras são colocadas em placas porosas e levadas a um equipamento extrator de água, chamado de panela de "Pressão de "Reichardt" (Figuras 6a, 6b), o qual aplica uma pressão previamente estabelecida para extração da água presente na amostra de solo.

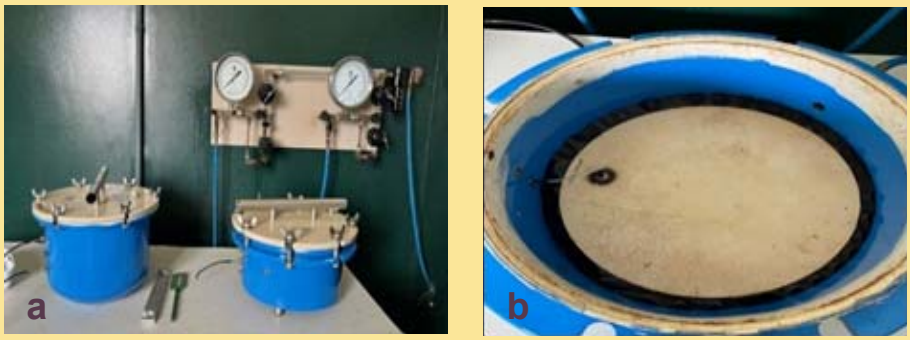


Figura 5 (a e b). Saturação de amostras em bandejas com água. Foto: Francisco Pereira (UFRB).

Figura 6 (a e b). Colocação das amostras em placas porosas e equipamento extrator de água do tipo panela de "Pressão de "Reichardt". Foto: Francisco Pereira (UFRB).

A estabilização da pressão corresponde à tensão matricial exercida pelo solo que retém a umidade. Estabelece-se assim uma relação "Potencial matricial" versus "Umidade do solo", denominada curva de retenção de água no solo (Figuras 7a, 7b).

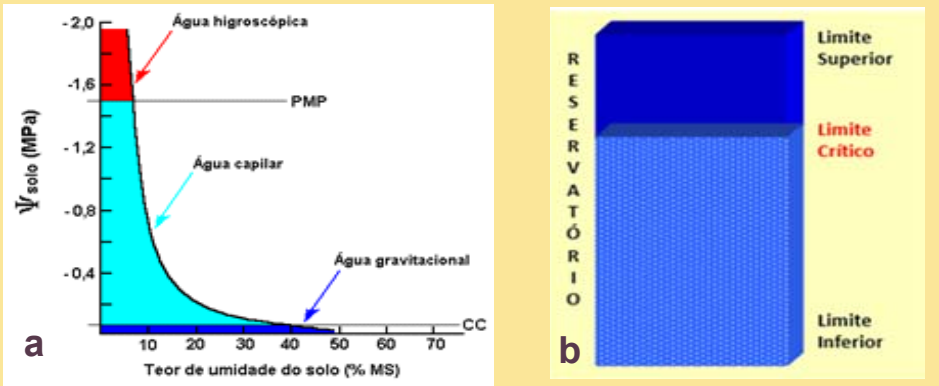


Figura 7 (a e b). Determinação em laboratório da curva de retenção de água do solo. Foto: Francisco Pereira (UFRB).

3.4. Potencial matricial da água no solo

O potencial matricial da água no solo (ψ_m) deve ser qualificado e quantificado pelo sinal negativo, tendo em vista que o potencial da água livre do solo é igual a zero. À medida em que entra ar nos poros do solo, começa a ocorrer uma interação entre a matriz do solo e a água, surgindo o potencial matricial.

Inicialmente, a água fica retida nos poros do solo, definindo a sua fase capilar; na medida que o solo vai secando, as partículas coloidais do solo (argila e matéria orgânica) exercem forte influência sobre a retenção e a disponibilidade de água, sendo essa atração de natureza eletrostática, exercida pela carga negativa dos coloides e da molécula de água, cujas ligações químicas entre o átomo de hidrogênio e dois de oxigênio, formam um dipolo, criando um desbalanceamento elétrico da molécula, pelo ângulo formado entre os átomos de hidrogênio (H^+) e os dois átomos de oxigênio (O^{-2}).

4. DISPONIBILIDADE DE ÁGUA NO SOLO E LÂMINA ARMAZENADA

4.1. Conceito de lâmina de precipitação ou irrigação

A umidade (quantidade de água no solo) pode ser expressa por uma "altura de água", tomando-se, por exemplo, uma caixa d'água com dimensões de base de 1 m x 1 m.

Exemplo 1: se for colocado 1 mm de água, qual será o volume armazenado?
O volume de água pode ser calculado pela expressão:

$$Vol = A \times h \qquad \text{eq. 3}$$

em que:
Vol – volume, m^3;
A – área, m^2;
h – profundidade considerada, m.

Tendo em vista que o resultado expressa a lâmina armazenada, o mesmo deve ser apresentado em "mm".

Exemplo 2: se for colocado 1,0 litro de água em uma área de 1,0 m^2, conforme Figura 8, qual será a lâmina de água?

Considerando que 1,0 m^3 é igual a 1000 litros, logo, 1,0 l = 0,001 m^3; assim, a lâmina h expressa em "mm" será:

$$h = \frac{Vol}{A} = \frac{0{,}001\ m^3}{1{,}0\ m^2} = 0{,}001\ m = 1{,}0\ mm \qquad \text{eq. 4}$$

Resumindo: o volume de 1,0 litro de água aplicado em uma área de 1,0 m^2 é igual a 1,0 mm de lâmina (Figura 8). Assim, a lâmina de irrigação ou precipitação de 1,0 mm, aplicada em 1,0 hectare (10.000 m^2) corresponde a 10.000 litros /ha^{-1} ou 10 $m^3.ha^{-1}$.

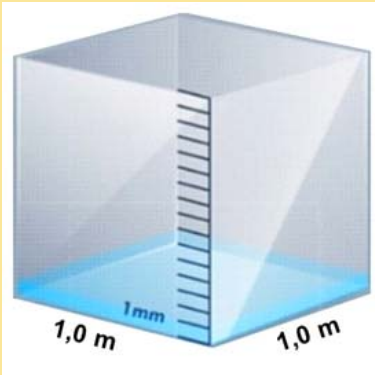


Figura 8. Lâmina de água, definida pela relação volume aplicado por área.

4.2. Disponibilidade total de água no solo

A disponibilidade total de água no solo (DTA) depende das características físico-hídricas do solo, merecendo destaque as seguintes: umidade do solo na capacidade de campo; umidade do solo no ponto de murcha permanente; densidade global ou aparente do solo; e profundidade efetiva do sistema radicular das plantas.

A DTA está relacionada de forma aproximada segundo a classificação textural do solo, conforme a Tabela 1.

Tabela 1. Características físico-hídricas do solo e disponibilidade total de água

Classe Textural	Porosidade (%)	Densidade global ($g.cm^{-3}$)	Cc[1] (%massa)	Pmp[1] (%massa)	DTA[1] ($mm.cm^{-1}$)
Arenosa	30 a 40	1,50 a 1,80	10 a 20	06 a 13	0,60 a 1,26
Franco-arenosa	40 a 47	1,40 a 1,60	14 a 26	07 a 16	0,98 a 1,60
Franco-argilosa	46 a 50	1,30 a 1,40	30 a 43	17 a 28	1,70 a 2,00
Argilosa	51 a 55	1,10 a 1,30	38 a 48	20 a 28	2,00 a 2,60

[1] Cc: umidade e do solo na capacidade de campo (base de massa em %), Pmp: umidade do solo no ponto de murcha permanente (base de massa em %) e DTA: disponibilidade total de água no solo.

O parâmetro que define a umidade na capacidade de campo é o potencial matricial de: -10 KPa (Quilopascal), -100 cca (centímetro de coluna de água) ou -1/10 atm (atmosfera). No ponto de murcha permanente, o potencial é de -1500 Kpa, -15.000 cca ou -15,0 atm. Quando os solos apresentarem textura franco-arenosa a argilosa, adota-se o potencial matricial de -1/3 atm como limite para a umidade na capacidade de campo.

Desse modo, a DTA pode ser calculada tanto por meio da umidade em base de massa (grama de água por grama de solo seco), como através da umidade em base volumétrica (volume de água por volume de solo). Se houver dificuldade em usar expressões matemáticas, podem ser observados os dados disponíveis na Tabela 1.

Como exemplo, para um solo de textura franco-arenosa, adotou-se uma DTA de 0,98 mm por cm de profundidade de solo. Considerando que será explorada uma profundidade efetiva média de 60 cm, multiplica-se 0,98 mm por 60 cm e se obtém o valor de DTA de 58,80 mm**.**

Para se obter os valores de DTA, apresentados na Tabela 1, pode-se usar a equação 3:

$$DTA = \frac{(UC_c - U_{Pmp}).dg.Z}{10} \qquad \text{eq. 5}$$

em que:

DTA – disponibilidade total de água no solo, expressa como lâmina, em mm;

U_{Cc} – umidade do solo na capacidade de campo em % de massa seca;

U_{Pmp} – umidade do solo no ponto de murcha permanente em % de massa seca;

dg – densidade global ou aparente do solo, em $g.cm^{-3}$;

Z – profundidade efetiva das raízes, cm.

Desse modo, aplicando-se os dados da Tabela 01 na equação 5, chega-se ao mesmo valor de DTA:

$$DTA = \frac{(14,0 - 7,0)\ 1,4 \times 60}{10} = 58,80 \text{ mm}$$

4.2.1. Lâmina de água armazenada

Como o solo é um reservatório, quanto maior a profundidade (Z), maior a quantidade de água a ser armazenada (h). Tomando-se a Figura 9 como exemplo, é possível calcular a lâmina armazenada h em (mm).

Considerando que o volume total do solo é representado pelos constituintes: **sólidos + água + ar** (Figura 9), pode-se calcular o seu valor, mediante a seguinte equação:

Vt = x y z

Podendo-se adotar o mesmo entendimento para o volume de água, que pode ser calculado pela fórmula: **Vw = x y h.**

Sendo a umidade do solo obtida em base volumétrica, representada pela relação entre o volume de água e o volume total do solo, a lâmina de água armazenada pode ser calculada mediante a seguinte equação:

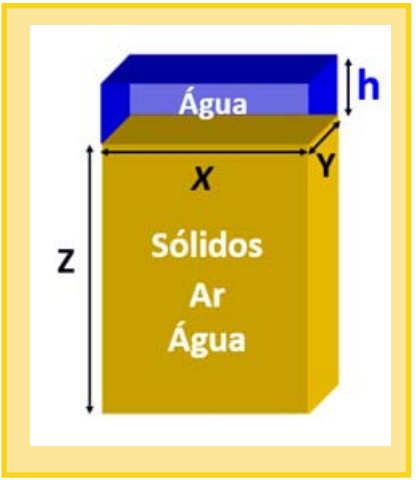


Figura 9. Esquema representativo da lâmina de água armazenada no solo.

$$\theta = \frac{Vw}{Vt} = \frac{x\,y\,h}{x\,y\,z} = \frac{h}{z}$$

$$h = \theta\, Z \longrightarrow \text{eq 6}$$

em que:

h - lâmina de água armazenada (mm);

θ - umidade em base volumétrica ($cm^{-3}.cm^{-3}$);

Z - profundidade do solo considerada em (mm).

A umidade do solo em base volumétrica também pode ser obtida multiplicando-se a umidade do solo em base de massa U (grama de água por g de solo seco, $g.g^{-1}$) pela densidade global ou aparente do solo dg ($g.cm^{-3}$).

$$\theta = U\, dg \longrightarrow \text{eq. 7}$$

4.3. Disponibilidade real de água no solo

A disponibilidade real de água (DRA) é um indicativo da lâmina de água a ser aplicada antes da cultura sofrer restrição hídrica e será calculada utilizando-se o fator "f" de disponibilidade de água no solo, definido em função do solo, da cultura e da demanda de água requerida ou evapotranspiração.

$$DRA = DTA\ \ f \longrightarrow \text{eq. 8}$$

Normalmente, adota-se um fator f em função da textura do solo, conforme referências apresentadas da Tabela 2.

Assim, para um solo de textura franco-arenosa, adota-se um fator de disponibilidade "f" de 0,25, que aplicado a equação 8, resulta numa DRA igual a 14,70 mm.

DRA = 58,80 x 0,25 = 14,70 mm; DRA = LI

Tabela 2. Fator "f" de disponibilidade de água no solo

Classe textural	DTA ($mm.cm^{-1}$)	Profundidade Z (cm)	DTA (mm)	f	DRA (mm)
Arenosa	0,60	60	36,0	0,20	7,2
Franco-arenosa	0,98	60	58,8	0,25	14,7
Franco-argilosa	1,70	60	102,0	0,40	40,8
Argilosa	2,00	60	120,0	0,50	60,0

5. LÂMINA LÍQUIDA E LÂMINA BRUTA DE IRRIGAÇÃO

Os sistemas de irrigação em uso, devido a fatores de natureza hidráulica e ambiental, não alcançam 100% de eficiência na aplicação de água no solo. Por essa razão, quando se calcula a **lâmina líquida de irrigação (LI)** a ser aplicada, deve-se, posteriormente, calcular a **lâmina bruta de irrigação (LB)**, para se obter o valor da lâmina de reposição de água necessária para que o solo retorne à capacidade de campo.

No manejo da irrigação deve-se verificar a lâmina de água através da **disponibilidade real de água (DRA),** que deve ser monitorada antes da cultura sofrer restrição hídrica. Para repor as perdas, estima-se a **lâmina líquida de irrigação (LI)** a ser aplicada ao solo, cujo valor é obtido a partir do cálculo da **lâmina bruta (LB),** conforme a equação 9.

$$LB = \frac{L_i}{ef} \qquad \text{eq. 9}$$

Considerando o método de irrigação localizado, representado pelos sistemas de irrigação por microaspersão ou gotejamento, com eficiência média de aplicação de água de 80%, a lâmina bruta de irrigação a ser aplicada será a seguinte:

$$LB = \frac{14,70}{0,80} \sim 18,40 \text{ mm}$$

6. TEMPO DE APLICAÇÃO DE ÁGUA

O tempo de aplicação de água pelos sistemas de irrigação dependerá das características hidráulicas dos emissores (gotejadores ou microaspersores) a serem utilizados, sendo função dos diâmetros dos seus orifícios de saída e da pressão de operação dos respectivos emissores.

Posteriormente serão discutidas essas relações operacionais e as características hidráulicas dos emissores.

6.1. Turno de rega

O fator determinante no turno de rega (TR) ou intervalo entre duas irrigações sucessivas é a evapotranspiração da cultura (ETc) ou sua demanda hídrica, sendo o mesmo calculado conforme equação 10. No caso do cacaueiro, este assunto será discutido com base em resultados de pesquisa de campo, apresentados neste capítulo.

$$TR\ (dias) = \frac{LI\ (mm)}{ET_c\ (mm.dia^{-1})} \qquad \text{eq. 10}$$

7. DEMANDA HÍDRICA OU EVAPOTRANSPIRAÇÃO DO CACAUEIRO

Uma das maneiras de quantificar a demanda de água por uma cultura é por meio da determinação da evapotranspiração, um processo biofísico que envolve simultaneamente a evaporação da água de uma superfície vegetada e a transpiração. Na prática, a separação de ambos os processos exige metodologia complexa (PEREIRA; SEDYAMA; VILLA NOVA, 2013; AFANDI; ABDRABBO, 2015).

A evapotranspiração da cultura (ETc), também conhecida como evapotranspiração máxima de um cultivo, refere-se a perda total de água pelos processos simultâneos de evaporação e transpiração de uma cultura qualquer, vegetando sob condições padrões, em qualquer estádio de desenvolvimento.

As necessidades hídricas do cacaueiro, assim como das demais culturas, podem ser determinadas por métodos diretos e indiretos. Na literatura existem diversas metodologias para essa determinação, a exemplo das seguintes: i) balanço hídrico em um determinado volume de solo; ii) métodos lisimétricos - pesagem; iii) drenagem e lençol freático. Também existem os métodos indiretos que se baseiam em dados agrometeorológicos, tais como: razão de Bowen, aerodinâmico, Penman-Monteith e evaporímetros, entre outros (SANTOS et al., 2017).

Os métodos diretos, como de lisimetria ou balanço de água no solo, são mais restritos pela complexidade metodológica, em que pese as facilidades disponíveis atualmente em termos de equipamentos eletrônicos.

O cacaueiro é uma espécie tradicionalmente cultivada em ambiente úmido, onde não há fortes limitações sobre a disponibilidade de água no solo e, por essa razão, existem poucas informações sobre seu consumo hídrico, seja sombreado ou não. Estes registros seriam um importante subsídio para o manejo da irrigação em qualquer condição.

Leite (2013) determinou o consumo hídrico de cacau jovem irrigado, cultivado em consórcio com bananeira e pau-brasil, em um experimento conduzido no Centro de Pesquisa do Cacau (Ceplac/Cepec), em Ilhéus, Bahia. Os resultados mostraram que a evapotranspiração média da cultura foi de 3,5 mm por dia, sendo o consumo médio de água da cultura de 31,5 litros.dia.planta^{-1}, em uma área com espaçamento de 3 m x 3 m (densidade de 1.111 plantas ha^{-1}), localizada em região de clima quente e úmido, sem estação seca definida, caracterizado como Af, segundo a classificação de Köppen.

Considerando a importância do fator hídrico no estabelecimento, desenvolvimento e produção de cacaueiros, por sua sensibilidade ao estresse hídrico, foi implantado um lisímetro de pesagem na Universidade Federal do Recôncavo da Bahia, Campus de Cruz das Almas, com o objetivo de avaliar a demanda hídrica de cacaueiros cultivados em campo, determinando a ETc e o Kc durante o ciclo de crescimento e produção.

A pesquisa foi conduzida em uma área experimental de 4.868,9 m^2 no município de Cruz das Almas, Bahia, localizada a S 12° 39' 11''e W 39° 7' 19'', no Recôncavo Sul, e que segundo Köppen-Geiger (KOTTEK et al., 2006), apresenta clima tropical quente e úmido, com pluviosidade média anual de 1170 mm, umidade relativa do ar média em torno de 80 %, temperatura média anual de 24,5ºC e velocidade do vento média 3,1 m s^{-1} (GUIMARÃES et al., 2016).

A evapotranspiração da cultura (ETc) foi determinada por meio de um lisímetro de pesagem instalado no centro da área (Figura 10), sendo o mesmo constituído por uma caçamba metálica de aço carbono, com dimensões de 1,20 x 1,20 x 1,20 m, totalizando uma área de 1,44 m^2 de superfície. O sistema de

Figura 10. Cacaueiro implantado sobre lisímetro de pesagem a pleno sol, no Núcleo de Engenharia de Água e Solo da Universidade Federal do Recôncavo, Cruz das Almas, Bahia.

drenagem foi composto de um tubo de acesso de 0,05 m de diâmetro, instalado sob uma camada de brita, a fim de permitir a regulagem pela remoção ou adição de água. O conjunto lisimétrico foi sustentado por quatro células de carga com capacidade nominal de 1000 Kg cada.

Próximo ao lisímetro instalou-se um Datalogger (CR1000, Campbell Sci) programado para efetuar leituras a cada um segundo e armazenamento das médias a cada 15 minutos, sendo estas aferições facilitadas pelo uso de um computador. Para garantir que o dispositivo efetuasse medidas de massa com precisão, visando determinar as lâminas evapotranspiradas pela cultura, foi realizada a calibração do conjunto que ocorreu com a adição e retirada de massas conhecidas em intervalos de dois minutos.

O coeficiente da cultura (Kc) nas diferentes fases de desenvolvimento do cacaueiro foi determinado por meio da relação entre a ETc, obtida no lisímetro de pesagem e a ETo estimada pela equação de Penman-Monteith, seguindo a metodologia proposta por Doorenbos e Kassam (1979), por meio da equação 11:

$$Kc = \frac{ETc}{ETo} \qquad \text{Eq. 11}$$

em que:

ETc – evapotranspiração da cultura, mm dia^{-1};

ETo – evapotranspiração de referência, mm dia^{-1}

Silva e Pereira (2020) determinaram a evapotranspiração da cultura do cacau e a evapotranspiração de referência durante um ano do ciclo de produção da cultura irrigada por micro aspersão, no sistema de monocultivo a pleno sol, em Cruz das Almas - BA, conforme apresentado na Tabela 3.

Nesse estudo foram observados valores médios de ETc correspondentes a 3,97 mm dia^{-1} no período de crescimento da planta, 2,75 mm dia^{-1} na floração, 3,04 mm dia^{-1} no desenvolvimento de frutos e 4,53 mm dia^{-1} na fase de maturação de fruto.

Tabela 3. Evapotranspiração média diária da cultura do cacau (ETc) e evapotranspiração de referência (ETo), em um ano do ciclo produtivo do do cultivo em lisímetro de pesagem, em estudo na UFRB

Meses	ETc (mm^{-1} dia)	ETo (mm^{-1} dia)
Janeiro	4,09	4,97
Fevereiro	4,27	4,79
Março	4,01	4,45
Abril	3,56	3,96
Maio	3,07	2,99
Junho	2,45	2,75
Julho	2,49	2,81
Agosto	3,01	3,29
Setembro	3,51	3,62
Outubro	4,45	4,67
Novembro	4,46	4,64
Dezembro	4,66	5,18

O estudo citado permitiu inferir sobre o coeficiente de cultura (Kc) do cacaueiro, a partir dos registros de evapotranspiração de referência (ETo) e evapotranspiração da cultura, para os diferentes estádios observados, conforme apresentado na Tabela 4.

Tabela 4. Coeficiente de cultura do cacau nos diferentes estádios, obtidos em estudos em lisímetro de pesagem na UFRB, em um ciclo de 30 meses

Estádio da cultura	Kc
Crescimento da planta	0,88
Floração e desenvolvimento do fruto	0,94
Maturação fisiológica e colheita	0,93
Média	0,91

8. MÉTODOS DE IRRIGAÇÃO PARA O CACAUEIRO

De uma forma geral, os métodos de irrigação adotados na agricultura são os seguintes: irrigação por superfície (sulcos, faixas e inundação); aspersão (aspersão convencional, pivô central e autopropelido); e irrigação localizada (gotejamento e microaspersão).

Não existe um método de irrigação que seja melhor que o outro, mas existem métodos que se adaptam melhor às condições específicas de solo, situação topográfica, tipo de cultura, espaçamento e outros fatores.

Os métodos de irrigação localizados, representados pelos sistemas de microaspersão e gotejamento, são os mais adequados ao cultivo do cacaueiro, por atenderem a situações específicas, sendo os mesmos adotados em várias regiões, principalmente no cultivo a pleno sol com fertirrigação, sistema bastante utilizado nas fronteiras de expansão da cacauicultura, em áreas com escassez ou má distribuição de chuvas.

8.1. Sistemas de irrigação localizada

A irrigação localizada compreende a aplicação de água em uma fração da área cultivada. A área máxima molhada não deve ser superior a 55% da área sombreada pela planta, enquanto a área mínima molhada deve ser de aproximadamente 20% nas regiões úmidas e 30% nas regiões de clima árido e semiárido. Os sistemas de irrigação localizada podem ser:

- **Gotejamento:** este sistema surgiu na Inglaterra, por volta de 1940, quando os gotejadores foram utilizados na irrigação e aplicação de fertilizantes em cultivos explorados em casa de vegetação. Sua utilização no campo (Figura 11a) teve início por volta de 1950, em Israel, sendo ampliada a partir de 1960 com o desenvolvimento de tubos e acessórios de plástico.

- **Microaspersão:** esta técnica foi desenvolvida na África do Sul, no início da década de 70, sendo inicialmente idealizada para irrigação de plantas frutíferas, enquanto atualmente é utilizada em diferentes culturas.

Na Figura 11b estão identificados os sistemas de irrigação por gotejamento e microaspersão, destacando a aplicação de água pelos respectivos emissores.

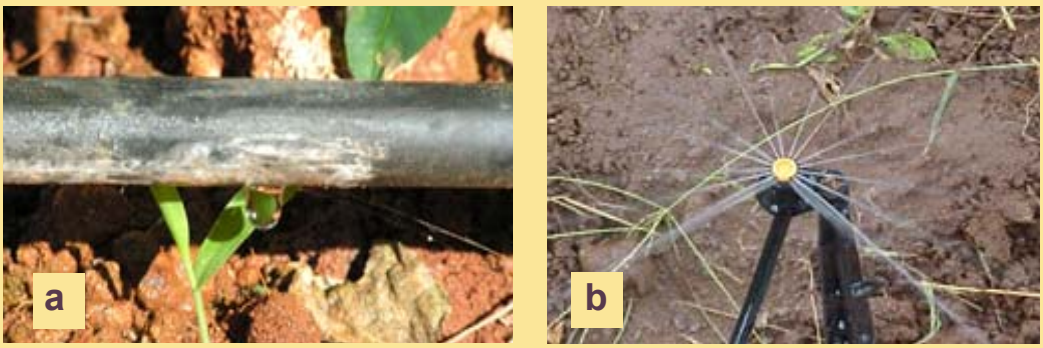


Figura 11. a. Irrigação localizada por gotejamento; b. Irrigação localizada por microaspersão.

8.2. Diferenças entre os sistemas de gotejamento e microaspersão

As principais diferenças entre os sistemas de irrigação estão apresentadas no Quadro 1, devendo estas informações serem consideradas quando da elaboração do projeto a ser desenvolvido para a cultura.

Quadro 1 - Diferenças entre os sistemas de irrigação localizada por gotejamento e microaspersão

GOTEJAMENTO	MICROASPERSÃO
● Aplica água em pontos, através de gotejadores, podendo ou não apresentar múltiplas saídas.	● Aplica água sobre uma pequena área circular ou setorial, através de microaspersores.
● A vazão de cada ponto de emissão é menor que 20,0 $l.h^{-1}$	● A vazão é inferior a 200,0 $l.h^{-1}$
● Seção do orifício de saída em torno de 0,12 mm^2	● Seção do orifício de saída em torno de 0,78 mm^2
● Utiliza sistemas de filtros quase capilares (areia) e de tela.	● Utiliza sistemas de filtros mais simples (filtros de tela de aproximadamente 80 mesh)
● Operam a baixas pressões (≤ 10 mca)	● Operam a pressões maiores, na faixa de 10 a 30 mca
● Usam linhas laterais de menor diâmetro (12-16 mm)	● Usam linhas laterais de diâmetro maior, entre 18-21 mm

8.3. Vantagens e limitações dos sistemas de irrigação localizada

8.3.1. Vantagens

i) Mantém a umidade do solo sempre próxima da capacidade de campo, possibilitando altas produções.

ii) Alta eficiência de irrigação, resultando em economia de água.

iii) Permite o cultivo em solos salinos, por reduzir a concentração de sais, tendo em vista que a alta umidade do solo reduz a concentração de sais na solução do solo (mantém ψ_{os} mais baixo).

iv) Maior eficiência e facilidade na fertirrigação.

v) A baixa vazão e a baixa altura manométrica possibilitam a redução no consumo de energia.

vi) Economia de mão de obra (o sistema é fixo facilitando sua automação).

vii) Adaptável a qualquer tipo de solo e topografia.

8.3.2. Limitações

i) Alto custo por hectare – dentro do custo total de um sistema, as tubulações correspondem a 60 ou 70% do preço total, sendo que as linhas laterais têm um custo de 40%, enquanto as linhas secundárias e a principal respondem por 20% a 30% das despesas totais; os emissores custam entre 5 a e 10%, enquanto o cabeçal de controle (bombas, filtros, injetores de fertilizantes) custa entre de 10 e 20%.

ii) Suscetibilidade dos emissores e equipamentos – este problema se deve à baixa velocidade de fluxo dentro dos emissores e ao reduzido diâmetro dos mesmos.

iii) Contaminação por algas - como elas não são retidas pelo filtro, a solução é fazer o tratamento químico da água antes da filtragem, através do uso de oxidantes, como o hipoclorito de sódio.

iv) Formação de precipitados dentro do sistema - os fertilizantes reagem com a água formando precipitados que devem ser tratados com a aplicação de ácidos.

v) Impurezas orgânicas (restos vegetais e animais) e minerais (argila e areia) – para a limpeza destas impurezas devem-se usar os filtros de areia; quando as impurezas atravessam os filtros de areia, utilizam-se os filtros de tela para retê-las; estes filtros também retém as impurezas provenientes dos fertilizantes.

vi) Este sistema limita o crescimento do sistema radicular.

A Figura 12 ilustra a aplicação de água por irrigação na cultura do cacau, através do sistema de irrigação localizado de gotejamento com uma linha lateral por fileira de cacaueiro (Figura 12a); gotejamento com duas linhas laterais por fileira de cacaueiro (Figura 12b); e sistema de irrigação não localizado com uso de pivô central (Figura 12c).

a - Gotejamento com uma linha lateral por fileira de planta.

b - Gotejamento com duas linhas laterais por fileira de planta.

c - Pivot Central na cultura do cacau a pleno sol no Oeste da Bahia, município de Côcos, Fazenda Santa Colomba. Proteção externa para minimizar efeito do vento (quebra vento).

Figura 12 - (a,b) Cacau irrigado por sistemas de irrigação localizados (gotejamento com uma e duas linhas laterais) e (c) não localizado (pivô central). Fotos: 12a e 12b - Francisco Pereira (UFRB); 12c - Miguel Prado (F. Santa Colomba).

8.4. Componentes de um sistema de irrigação localizada

8.4.1. Cabeçal de controle

É constituído de um conjunto de elementos que permitem o tratamento da água de irrigação, sua filtragem, medição, controle de vazão e aplicação de fertilizantes. Ele é instalado após a colocação da motobomba (Figura 13a).

Componentes do cabeçal: i) elementos para tratamento químico; ii) hidrociclone (Figura 13b); iii) filtros de areia (Figura 13c); iv) tanque de fertilizantes; v) filtros de tela (Figura 13d); vi) filtros de discos (Figura 13e); vii) válvulas manométricas; viii) manômetros. Os principais componentes estão apresentados na Figura 13.

a - Cabeçal de controle

b - Hidrociclone

c - Filtro de areia

d - Filtro de tela

e - Filtro de discos

Figura 13. Visão geral de um cabeçal de controle e principais componentes.

A necessidade de filtragem da água e tipos de filtros é função da qualidade e das condições apresentadas pela água, tornando-se necessárias as medidas de avaliação para definição do melhor sistema, gotejamento ou microaspersão, não excluindo as exigências de constante monitoramento e medidas de manutenção dos componentes e equipamento do cabeçal de controle.

No cabeçal de controle e nas unidades de distribuição da estrutura de água em campo, são exigidos dispositivos de controle e medição (principalmente pressão e vazão), assegurando a aplicação das lâminas de irrigação, de acordo com o projeto, a fim de atender as demandas das culturas com máxima eficiência nas diferentes fases de desenvolvimento.

8.4.2. Tubulações

As tubulações que compõem a estrutura hidráulica dos sistemas de irrigação localizada são, em sua maioria, de polietileno flexível (lateral e derivação), e PVC rígido para tubulações principais. As dimensões de diâmetros seguem a disponibilidade do mercado, com espessuras de parede normatizadas e especificadas em função das pressões nominais.

No caso das linhas laterais, o material é de polietileno de baixa densidade, com diâmetros nominais variando, em média, de 10 mm a 25 mm, com superfície interna lisa e uniforme, a fim de proporcionar pequena resistência do escoamento. Na Figura 14 consta uma linha lateral em polietileno.

As demais tubulações, de acordo com o projeto desenvolvido, podem ser em PVC rígido, com comprimento padrão e sistema de junta elástica (anel de borracha) ou ponta/bolsa soldável.

Figura 14. (a,b) Tubulação de polietileno compondo a linha lateral de um sistema de irrigação por gotejamento.

8.4.3. Emissores

Os emissores na irrigação localizada são desenvolvidos e utilizados para dissipar energia e descarregar uniformemente uma vazão pequena, aplicando água acima ou abaixo da superfície do solo (FRIZZONE, 2012).

Com a crescente incorporação de tecnologia para as condições de operação dos sistemas, uma grande variedade de emissores estão disponíveis no mercado (gotejadores, microaspersores, tubos e fitas gotejadoras) com diferentes mecanismos de emissão e controle do volume aplicado.

Os microaspersores pulverizam a água no ar por meio de mecanismo giratório, enquanto os gotejadores aplicam água pontualmente no solo. Os microaspersores foram desenvolvidos para a ampliação da água molhada, consequentemente, emitem uma maior vazão.

É importante destacar que a seleção do tipo de emissor envolve uma combinação de critérios, que devem levar em consideração o solo, a planta, a qualidade da água, a sensibilidade de entupimento, entre outros. Também devem ser considerados aspectos relativos ao manejo cultural, desempenho, gastos com energia e viabilidade financeira do empreendimento.

Na Figura 15 são apresentados os gotejadores e microaspersores, os quais são os principais emissores utilizados na irrigação localizada.

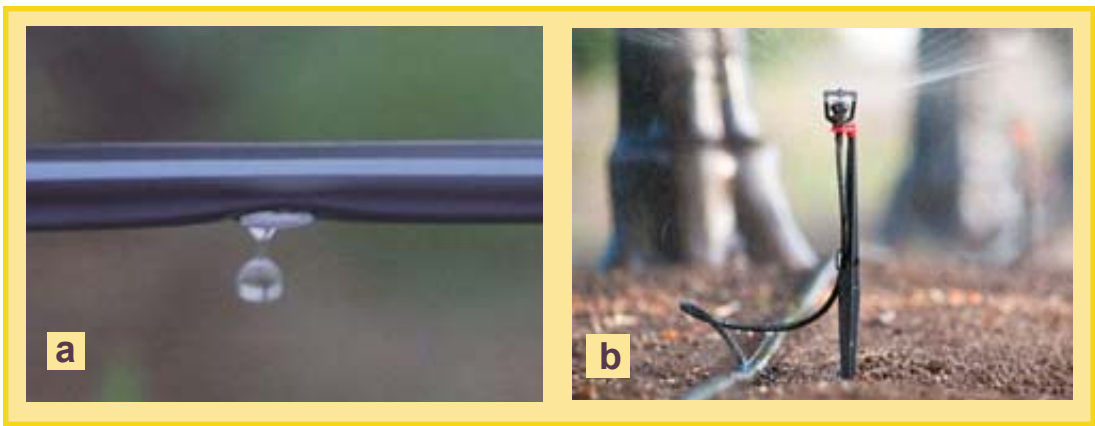


Figura 15. Modelos de gotejador (a) e microaspersor (b) utilizados na irrigação localizada, disponíveis no mercado (FRIZZONE, ESALQ/USP: Notas de aula).

Os emissores normalmente são especificados pela vazão fornecida, a qual está relacionada com a pressão de projeto. Desse modo, pode-se estabelecer a curva característica vazão x pressão, que deve ser fornecida pelo fabricante.

A partir dos mecanismos de controle usados para regular as variações de vazão dos emissores, levando em conta a pressão da água no interior dos dispositivos,

foram definidos dois grupos de emissores: a) não regulados; e b) regulados. Eles também são conhecidos como emissores não compensados e autocompensados.

Na Figura 16 estão apresentadas as curvas características de emissores não regulados e regulados, que facilita o entendimento sobre o efeito do mecanismo desenvolvido e inserido nos componentes.

Quanto menor a sensibilidade às variações de vazão, de acordo com as pressões do sistema, melhor a uniformidade da aplicação de água sobre o solo. As condições para a escolha desses emissores passam pela declividade do terreno, comprimento das linhas laterais, interesses de desempenho da cultura e capacidade financeira do projeto.

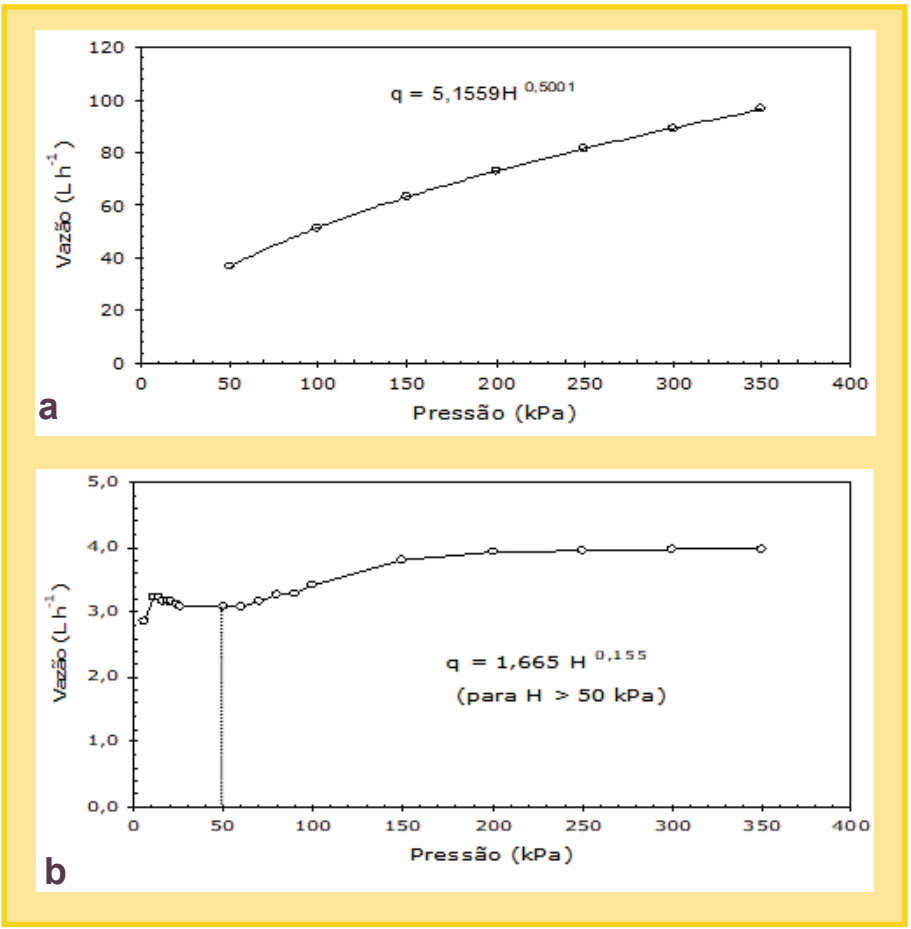


Figura 16. Curvas características de emissores: (a) não regulados e (b) regulados, para irrigação localizada (Frizzone, ESALQ/USP: Notas de aula).

Todos os critérios técnicos de escolha e implantação de emissores na irrigação localizada devem ser levados em consideração. Os riscos de sucesso estão necessariamente associados à melhor tomada de decisão, considerando que as tecnologias na agricultura irrigada são crescentes e exigem maior investimento.

8.5. Estrutura hidráulica do sistema em campo (lay-out)

A figura 17 apresenta o lay-out de um sistema de irrigação localizado, conforme se observa no campo.

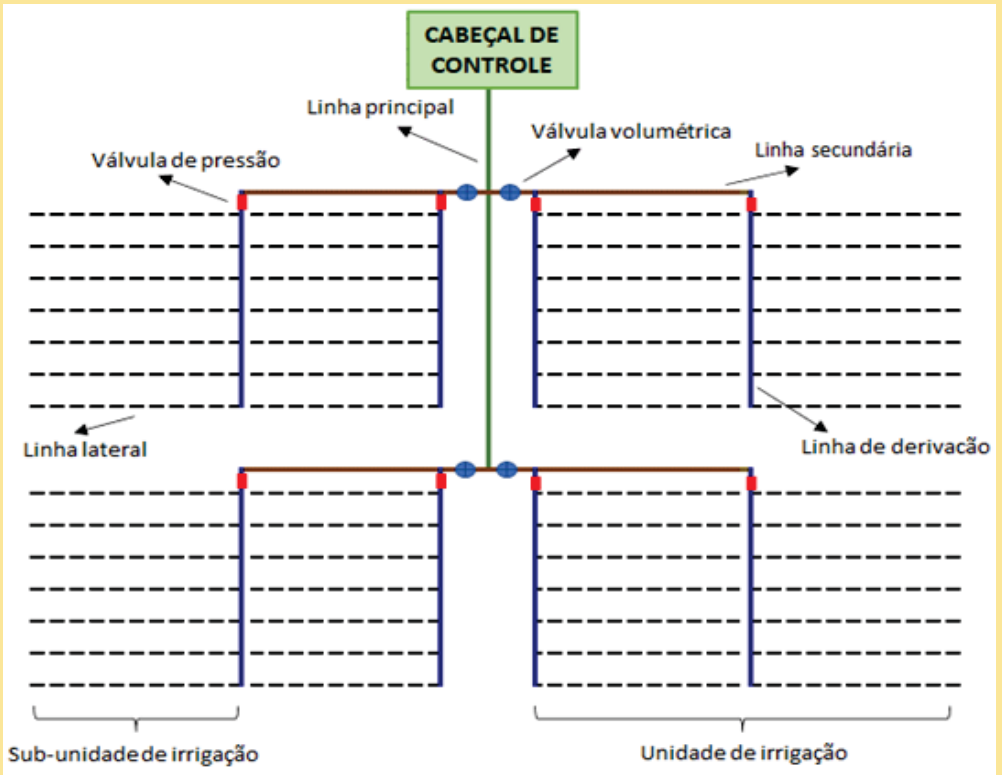


Figura 17. Lay-out de um sistema de irrigação localizada em campo.

8.5.1. Subunidade de Irrigação

A Subunidade de irrigação é a área de domínio de um regulador de pressão. Ela se constitui na base de dimensionamento da linha de derivação.

8.5.2. Unidade de Irrigação

Trata-se do conjunto de subunidades de irrigação que são operadas simultaneamente e são abastecidas pela mesma linha secundária (área de domínio de válvula volumétrica).

8.5.3. Unidade operacional

Denomina-se unidade operacional, o conjunto de unidades de irrigação que operam simultaneamente, envolvendo um mesmo cabeçal de controle base de projeto para a linha principal, cabeçal de controle e conjunto motobomba.

9. MANEJO DA IRRIGAÇÃO

9.1. Tanque Classe A

O "Tanque Classe A" é um recipiente de evaporação que gera informações relevantes para a prática de irrigação, sendo empregado no manejo da irrigação, pela sua simplicidade e praticidade.

Na Figura 18 é apresentado um modelo ilustrativo do "Tanque Classe A", a fim de facilitar a sua instalação e contribuir para o manejo da irrigação. As medidas apresentadas são consideradas como referência padrão, permitindo a comparação dos resultados com informações obtidas em outras partes do mundo.

O Tanque Classe A serve para medir a evaporação da água por uma superfície livre. Diversos modelos remetem a estimativa da evapotranspiração da cultura de referência (no caso, a grama batatais), abordada no próximo item, considerando as condições de instalação do tanque e o próprio meio de exposição (vento, umidade relativa).

Figura 18. Tanque Classe A (a), acoplado com poço tranquilizador e micrômetro de gancho (b).

9.2. Estimativa da Evapotranspiração

9.2.1. Evapotranspiração de referência

A evapotranspiração de referência (ETo) refere-se a perda total de água da cultura, pelos processos simultâneos de evaporação e transpiração, quando em crescimento ativo, sem restrição hídrica e com ampla área de bordadura, a fim de evitar a advecção de calor sensível de áreas adjacentes. No exemplo mencionado é tomado como referência a grama batatais.

A estimativa da evapotranspiração de referência (ETo) pode ser feita medindo-se a evaporação diária da água no Tanque Classe A, dentro do poço tranquilizador

(Figura 18); o valor obtido é multiplicado por um fator denominado coeficiente do tanque (Kp). Este valor Kp também pode ser informado em Tabelas ou calculado por equações, a depender da umidade relativa do ar, velocidade do vento e bordadura do tanque.

A Tabela 5 apresenta valores de Kp para diferentes condições de instalação do Tanque Classe A. Observa-se que ele pode ser instalado sobre grama ou solo nu, sendo que, neste último caso, deve-se considerar a bordadura que existir de solo nu (Figura 19).

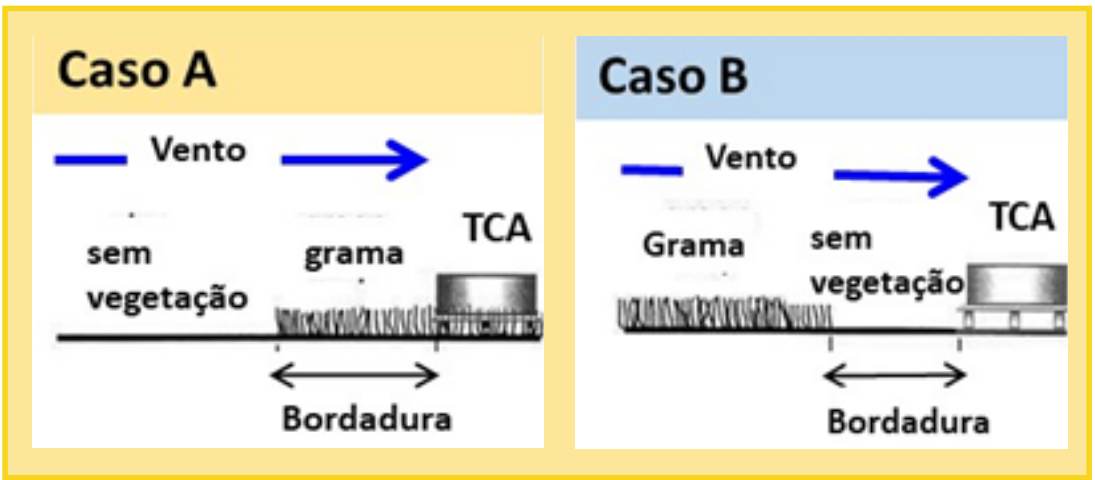


Figura 19. Tanque Classe A instalado com bordadura de grama (a), e sem bordadura (solo nu) (b).

Para se determinar a evapotranspiração de referência (ETo) com base na evaporação do Tanque Classe A (ECA) e do coeficiente do tanque (Kp), utiliza-se a equação 12:

$$ETo = ECA \cdot Kp \qquad \text{Eq. 12}$$

Por exemplo, em um dia em que a velocidade média do vento for de 2,4 m/s e a umidade relativa média do ar for de 65%, o valor de Kp será de 0,60 (Tabela 5). Se a evaporação do Tanque Classe A (ECA) sobre grama com 1,0 m de bordadura for de 5,2 mm, a evapotranspiração de referência (ETo) será de:

$$ETo = ECA \times Kp = 5,2 \times 0,60 = 3,1 mm$$

Tabela 5 – Valores do coeficiente (Kp) do Tanque Classe A de acordo com as condições de instalação (Caso A, Caso B).

Vento (m/s)	Bordadura (m)	Caso A - bordadura da grama			Caso B - bordadura de solo nu		
		Umidade relativa (%)			Umidade relativa (%)		
		Baixa < 40	Média 40 a 70	Alta > 70	Alta > 70	Alta > 70	Alta > 70
Leve <2	1	0,55	0,65	0,75	0,70	0,80	0,85
	10	0,65	0,75	0,85	0,60	0,70	0,80
	100	0,70	0,80	0,85	0,55	0,65	0,75
	1000	0,75	0,85	0,85	0,50	0,60	0,70
Moderado 2 a 5	1	0,50	0,60	0,65	0,65	0,75	0,80
	10	0,60	0,70	0,75	0,55	0,65	0,70
	100	0,65	0,75	0,80	0,50	0,60	0,65
	1000	0,70	0,80	0,80	0,45	0,55	0,60
Forte >8	1	0,45	0,50	0,60	0,60	0,65	0,70
	10	0,55	0,60	0,65	0,50	0,55	0,65
	100	0,60	0,65	0,70	0,45	0,50	0,60
	1000	0,65	0,70	0,75	0,40	0,45	0,55

9.2.2. Evapotranspiração da cultura

A evapotranspiração da cultura (ETc), conforme já abordada no ítem 7, resulta da relação da evapotranspiração de referência (ETo) e o correspondente coeficiente de cultura (Kc) conforme a equação 11.

Considerando o estudo desenvolvido na UFRB com o cacaueiro em lisímetro de pesagem, a ETc estimada está apresentada na Tabela 6.

Tabela 6. Coeficiente de cultura e evapotranspiração da cultura do cacaueiro cultivado em lisímetro de pessagem, em estudo desenvolvido na UFRB

Estádio da cultura	ETo	Kc	ETc
Crescimento da planta	2,92	0,88	2,57
Floração e desenvolvimento do fruto	3,24	0,94	3,05
Maturação fisiológica e colheita	4,84	0,93	4,50
Média			3,37

9.3. Estudo de caso do manejo da irrigação localizada na cultura do cacau

A seguir são apresentadas informações sobre um caso de manejo de irrigação para a cultura do cacau, a partir das informações da planta, do solo e da demanda hídrica.

Declividade média: 6%
Cultura: Cacau
Espaçamento: 3,0 x 3,0 m
Área: 3,0 hectares
ECA: 6,0 mm.dia^{-1}
Coeficiente do Tanque: Kp = 0,85
Prof. efetiva das raízes = 0,60 m
Tempo de operação do sistema: 12 hs/dia

Percentagem da área coberta = 60 %
Solo: Argiloso
Umidade Capacidade Campo = 14,0 %
Umidade Ponto Murcha = 7,0%
Densidade global do solo: 1,4 g.cm^{-3}
Coeficiente da Cultura: Kc= 0,80
Fator de disponibilidade f = 0,25
Eficiência na irrigação ef = 80%

Disponibilidade total de água

$$DTA = \frac{(Ucc-Upmp)\ dg\ Z}{10} \quad \text{— —} \quad DTA = \frac{(14,0-7,0)\ 1,4 \times 60}{10} = 58,80\ mm$$

Disponibilidade total de água

$$DRA = DTA\ f \quad \text{— — — — —} \quad DRA = 58,80 \times 0,25 = 14,70\ mm$$

Lâmina de irrigação bruta (LB)

$$LB = \frac{LI}{ef} \quad \text{— — — — —} \quad LB = \frac{14,70}{0,80} = 18,38\ mm$$

Evapotranspiração da cultura de referência (ETo)

$$ETo = ECA \quad Kp = 6,0 \times 0,85 = 5,1mm$$

Evapotranspiração da cultura (ETc)

$$ETc = ETO \quad Kc \quad \text{— — — — —} \quad ETc = 5,1mm \times 0,80 = 4,08\ mm$$

Turno de rega (TR)

$$TR = \frac{LI\ (mm)}{ETc\ (mm.dia^{-1})} \quad \text{— — — — —} \quad TR = \frac{14,70(mm)}{4,08\ (mm.dia^{-1})} = 3,60\ dias$$

Como o intervalo entre irrigações (TR), não foi um número inteiro, faz-se a aproximação, conforme abaixo:

TR = 3,0 dias.

A **lâmina de irrigação líquida,** precisa ser ajustada para esse novo intervalo.

Considerando que a lâmina de irrigação líquida (LI), deverá ser igual a demanda de água da cultura (ETc), faz-se a seguinte operação:

LI = 4,08 mm.dia^{-1} x 3 dias = 12,24 mm.

Dessa maneira, recalcula-se a lâmina bruta (LB) de irrigação:

Lâmina bruta corrigida (LB)

LB = 12,24/0,80 = 15,30 mm ou 15,30 l m^2 por planta
(a cada intervalo de 3,0 dias).

Para o espaçamento do cacau de 3,0 x 3,0 m, correspondente a 9,0 m^2 de área por planta, deverão ser aplicados: 15,30 l.m^2 por planta.dia^{-1}x 9,0 m^2 = 137,7 litros a cada 3,0 dias ou 45,90 litros por dia.

Tempo de irrigação (Ti)

Para um microaspersor que tem uma vazão de 36,0 litros por hora, calcula-se o tempo de irrigação (Ti):

$$Ti = \frac{45{,}90\ l}{36{,}0\ l.h^{1}} = 1{,}275 \text{ horas ou } 1h: 16 \text{ minutos}$$

9.3.1. Operação do manejo da irrigação

Deve-se dar preferência ao manejo de irrigação diário, por meio de medidas do tanque Classe A ou outro método de estimativa da evapotranspiração de referência.

Do ponto de vista gráfico, pode-se representar o armazenamento total e a variação desse armazenamento, por meio da Figura 20.

Conforme mostrado na Figura 20, a Disponibilidade Total de Água (DTA) encontra-se entre os limites da capacidade de campo (100 % AD) e o ponto de murcha permanente (0 % AD). Se a água ficar acima da capacidade de campo (CC) irá ser drenada, ao passo que se ficar abaixo do ponto de murcha permanente (PMP) será fortemente retida pelas forças matriciais do solo, tornando-se indisponível ao cacaueiro.

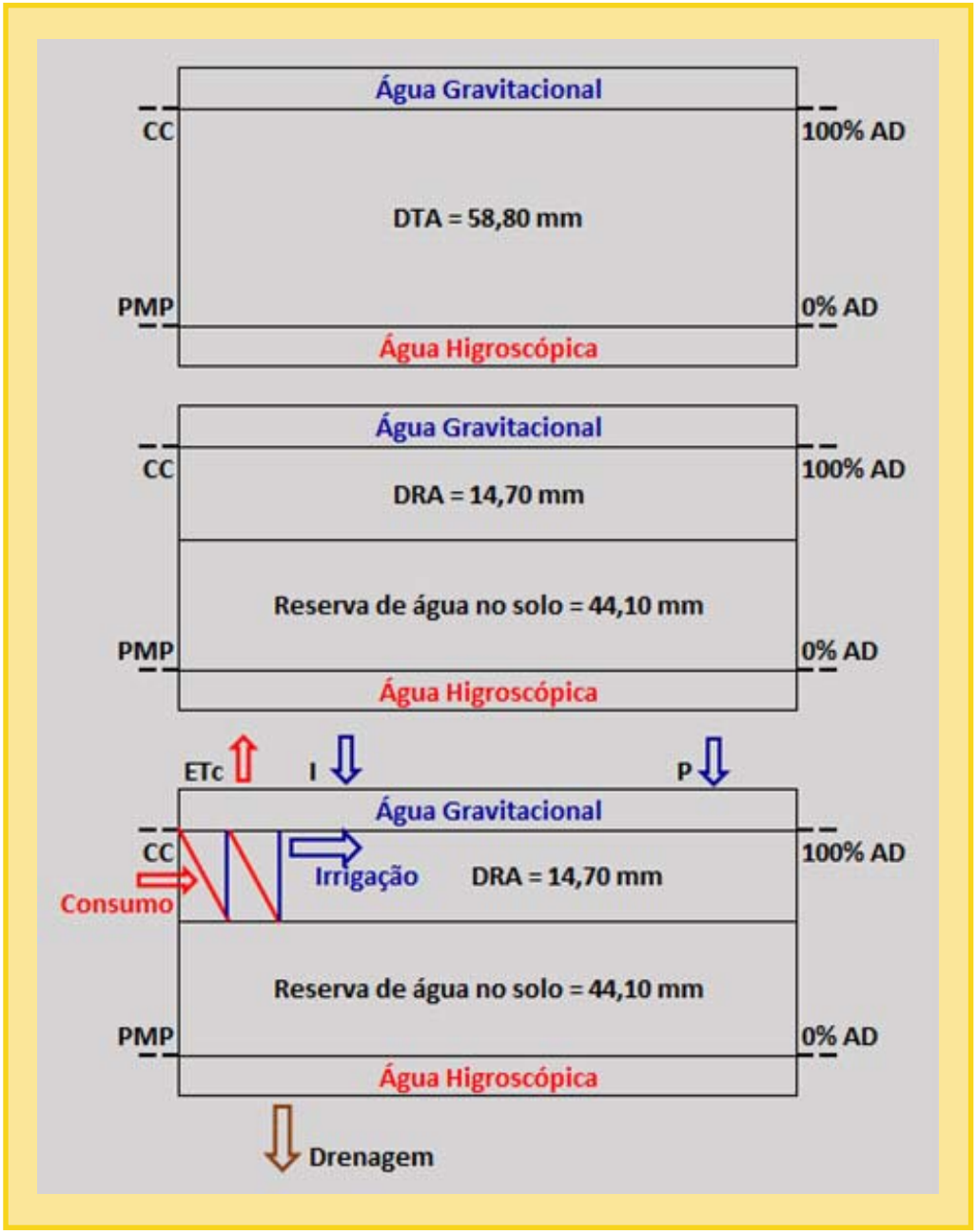


Figura 20 – Perfil esquemático do armazenamento da água no solo com a DRA, a Reserva de água e variações de consumo (ETc), entrada de água no solo via (P) precipitação e (I) irrigação), e saída (drenagem).

O manejo adequado da irrigação ocorrerá na faixa de 14,70 mm, deixando para este solo, especificamente, uma reserva de água de 44,10 mm. Portanto, cabe ao irrigante administrar essa variação do armazenamento, representada pelo declínio do nível da lâmina de 14,70 mm, registrado pela linha vermelha e a sua ascensão ao máximo armazenamento, representado pela linha azul, conforme a Figura 20.

A fim de subsidiar o manejo de irrigação em base diária, a Tabela 7 apresenta uma síntese com as informações sobre: evapotranspiração no tanque classe A (EVTCA), sua conversão em evapotranspiração de referência (ETo) por meio dos respectivos coeficientes, evapotranspiração da cultura (ETc), além da precipitação diária (P), variação do armazenamento no solo, antes($_{\Delta}AL_A$) e após a irrigação ($_{\Delta}AL_D$), com as respectivas necessidades de irrigação (I).

Tabela 7. Manejo de irrigação em base diária

Data	EV TCA (mm.dia^{-1})	Kp	ETo (mm.dia^{-1})	Kc	ETc (mm.dia^{-1})	P (mm.dia^{-1})	ΔAL_A (mm)	ΔAL_D (mm)	I (mm.dia^{-1})
01/01/23							14,70		
02/01/23	5,0	0,85	4,25	0,80	3,40	0,00	11,30	14,70	3,40
03/01/23	4,5	0,85	3,83	0,80	3,06	0,00	11,64	14,70	3,06
04/01/23	5,9	0,85	5,02	0,80	4,01	0,00	10,69	14,70	4,10
05/01/23	0,5	0,85	0,43	0,80	0,34	2,00	16,36	14,70	0,00
06/01/23	4,5	0,85	3,83	0,80	3,06	0,00	11,64	14,70	3,06
07/01/23	6,0	0,85	5,10	0,80	4,08	0,00	10,62	14,70	4,08
08/01/23	6,5	0,85	5,53	0,80	4,42	0,00	10,28	14,70	4,42
09/01/23	5,0	0,85	4,25	0,80	3,40	0,00	11,30	14,70	4,25
10/01/23	1,0	0,85	0,85	0,80	0,68	5,00	19,02	14,70	0,00

Partindo-se do armazenamento do solo na capacidade de campo e administrando a variação do armazenamento de 14,70 mm, realiza-se a contabilidade entre as saídas de água do sistema solo para a atmosfera, via evapotranspiração da cultura (ETc) e as entradas de água via precipitação (P) e irrigação (I).

Tomando-se como base a variação do armazenamento entre os dias 01 e 02 de 14,70 mm ($_{\Delta}AL_A$) e 11,30 mm ($_{\Delta}AL_D$), ocorreu uma variação de armazenamento de 3,40 mm, por meio da evapotranspiração da cultura (ETc), que deverá ser integralmente reposta pala irrigação (I) com igual valor.

Em situações como a que ocorreu no dia 05/01/2023, onde verificou-se uma precipitação, somou-se ao armazenamento do dia anterior de 14,70 mm a precipitação de 2,0 mm, subtraindo-se da evapotranspiração da cultura de 0,34 mm, ficando um saldo de 16,36 mm. Como o máximo retido nessa zona será de 14,70 mm, o excesso de 1,66 mm, será percolado no perfil do solo e drenado para as camadas mais profundas.

10. REFERÊNCIAS

ABOUKHALED, A.; A. ALFARO, Y. M.; SMITH, M. **Los lisímetros.** Roma: FAO, 1986. 59 p. (FAO, Paper 39).

ALLEN, R. G. et al. Evapotranspiration information reporting: II. Recommended documentation. **Agricultural Water Management**, Amsterdam, v. 98, n. 6, p. 921-929, 2011.

ALLEN, R. G. et al. Crop evapotranspiration - guidelines for computing crop water requirements. **Irrigation and Drainage,** Rome: Italy, FAO, n. 56, 300 p, 1998.

ALVIM, P. T. Cacao. In: **Ecophysiology of tropical crops.** New York: Academy Press, 1977. p. 591–616.

ALVIM, P. T. Relações entre fatores climáticos e produção do cacaueiro. In: INTERNATIONAL COCOA RESERCH CONFERENCE, 10, 1987, Santo Domingo, Rep. Dominicana. **Proceedings**. Santo Domingo: p. 159-167, 1987.

ALVIM, P. T. As necessidades de água do cacaueiro. **Revista Cacau Atualidades.** Itabuna, Bahia, Brasil, v. 2, n. 3, p. 29-38, 1965.

CAMPECHE, L. F. M. S. et al. Lisímetro de pesagem de grande porte. Parte I: Desenvolvimento e calibração. **Engenharia Agrícola e Ambiental**, v. 15, n. 5, p. 519-525, 2011.

DOOREMBOS, J.; KASSAM, A. H. Efectos del água em rendimento de los cultivos. **Riego y Drenage**. Rome: Italy, FAO, 33, 1979, 212p.

FAO - Food and Agricultural Organization. **Commodity Market Review.** Rome: Italy, 2010. 189 p.

FRANCK, A. G. S. et al. Análise da competitividade do mercado exportador brasileiro de cacau para Argentina e Estados Unidos. **Revista de Administração FW**, v. 14, n. 25, p. 42-56, 2017.

FRAGA JUNIOR, L. S. **Relações hídricas do cacaueiro: efeito da área foliar, potencial da água do solo e condições de sombreamento**. 2017. 61 f. Dissertação (Mestrado em Engenharia Agrícola) – Centro de Ciências Agrárias, Ambientais e Biológicas, Universidade Federal do Recôncavo da Bahia, Cruz das Almas, Bahia.

FREIRE, M. de S. L. **Efeitos da irrigação complementar no rendimento do cacaueiro (*Theobroma cacao* L.)**. 1993. 127 p. Dissertação (Mestrado) - Escola Superior de Agricultura Luiz de Queiroz, Piracicaba, São Paulo.

FRIZZONE, J.A.; FREITAS, P.S.L.de; REZENDE, R.; FARIA, MANOEL ALVES de. **Microirrigação: gotejamento e microaspersão**. Maringá: Eduem, 2012. 356 p.

INTERNATIONAL COCOA ORGANIZATION. **ICCO Quaterly Bulletin of Cocoa Statistics,** Vol. XLIX, n. 2, Cocoa year 2022/2023. Published May, 2023.

INSTITUTO BRASILEIRO DE GEOGRAFIA E ESTATÍSTICA (IBGE). Indicadores IBGE. **Levantamento Sistemático da Produção Agrícola - Estatística da Produção Agrícola**. Brasília: IBGE, 94 p. 2023. Disponível em: <https://www.sidra.ibge.gov.br/> Acesso em: out, 2023.

JENSEN, M. E.; WRIGHT, J. L.; PRATT, B. J. Estimating soil moisture depletion from climate, crop and soil data. **Trans**. ASAE, 14: 954-959, 1971.

KOTTEK, M. et al. **World Map of the Köppen-Geiger climate classification updated, Meteorologische Zeitschrift**, Germany, 2006, p. 259-263.

LEITE, M. S. B. **Consumo hídrico do cacaueiro jovem irrigado por gotejamento em consórcio com bananeira e pau-brasil.** 2013. 68 p. Dissertação (Mestrado em Produção Vegetal) - Universidade Estadual de Santa Cruz, Ilhéus Bahia.

PEREIRA, A. R.; SEDYMA, G. C.; VILLA NOVA, N. A. **Evapotranspiração.** Campinas: FUNDAG, 2013. 323 p.

PRUITT, W. O.; ANGUS, D. E. Large weighing lysimeters for measuring evapotranspiration. **Trans. Am Soc. Agr. Engrs**, 3: 13-18, 1960.

SANTOS, D. P. et al. Construção, instalação, calibração, performance e análise de funcionamento de lisímetros de pesagem cultivados com cana-de-açúcar. **Agricultura Irrigada,** v.11, nº. 4, p. 1606 - 1616, 2017.

THORNTHWAITE, C. W.; MATHER, J. R. The water balance. **Climatology, Laboratory of Climatology**, Centerton, v. 8, n. 1. 1955.

THORNTHWAITE, C. W. An approach toward a rational classification of climate. **Geographica Review**, New York, v. 38, n. 1, p. 55-94, 1948.

CAPÍTULO12

Fertirrigação do cacaueiro

FERTIRRIGAÇÃO DO CACAUEIRO

Luiz Dimenstein

Método de Análise Rápida da Solução do Solo

Regra de Ouro para Dosagem via Fertirrigação

1. INTRODUÇÃO

O cacau é uma das principais culturas exploradas na agricultura tropical, sendo que na safra 2022/2023, a produção mundial foi correspondente a 4,98 milhões de toneladas em amêndoas secas e o consumo foi de 5,072 milhões de toneladas (ICCO, 2023).

Nos últimos anos, a lavoura do cacau vem sendo explorada com novas tecnologias, visando à obtenção de maior produtividade. Nesse sentido, a fertirrigação se constitui numa alternativa diferenciada para o manejo nutricional da cultura, possibilitando melhor uniformidade na distribuição dos nutrientes. A fertirrigação evita a compactação do solo, devido ao menor trânsito de máquinas na área e permite o uso do sistema de rega como meio condutor de fertilizantes, herbicidas, defensivos e reguladores vegetais.

Neste capítulo são apresentadas informações com o objetivo de facilitar as decisões do agricultor em campo, além de tratar de aspectos agronômicos e traduzir a difícil linguagem da química em medidas fáceis e simplificadas. Entre os conceitos apresentados, se dará ênfase a substituição das recomendações baseadas nas quantidades de fertilizantes solúveis, pelas respectivas concentrações na solução do solo, procedimento usado não somente para o cacau, como também para outros cultivos.

2. CONCEITO DE FERTIRRIGAÇÃO

A fertirrigação consiste na técnica de aplicação de fertilizantes via irrigação, utilizando a dose certa, de forma parcelada e mais eficiente, visando proporcionar maior retorno do investimento ao agricultor.

3. CONDUTIVIDADE ELÉTRICA

3.1. Relação entre condutividade elétrica (CE) e equivalentes químicos[2] (Eqs) dos nutrientes

A Condutividade elétrica é a medida de todos os íons que conduzem eletricidade na solução. Quanto maior for a quantidade de íons presentes na solução água/nutrientes, mais energia elétrica poderá ser conduzida entre eles e a condutividade será maior.

Na retenção de água pelo solo, se estabelece uma tensão que influencia a relação entre Condutividade Elétrica (CE) e Equivalentes Químicos dos nutrientes. Quando a solução nutritiva está com a CE baixa ou muito diluída, as raízes absorvem essa solução com facilidade, à medida que a planta transpira e, desse modo, poucos nutrientes são absorvidos pelas plantas, no processo de transpiração, levando a solução nutritiva repor às perdas hídricas.

No exemplo oposto, quando a CE está elevada, a solução do solo fica concentrada, devido a maior salinidade (quantidade de sais), que retém a água com muita força, dificultando a sua absorção pelas raízes.

Essa força de retenção, que dificulta a absorção pelas raízes, é mensurada em atmosferas, levando-se em conta que a CE = 1 mS/cm, gera uma tensão (pressão negativa) de -0,3 ATM. Quando a CE = 2 mS/cm, a tensão contrária às raízes corresponde ao dobro, ou seja, -0,6 ATM, e segue, proporcionalmente, até o limite de CE = 7 mS/cm, que é equivalente ao observado na CE da seiva das plantas.

Quando a salinidade do solo é maior do que a observada no interior das plantas, as raízes perdem água para o solo, ficando seus tecidos desidratados. Por essa razão, no manejo da fertirrigação, procura-se deixar a salinidade do solo em equilíbrio com as raízes, mantendo a CE entre 1 mS/cm e 3 mS/cm, intervalo que permite a maioria das plantas cultivadas extraírem água com nutrientes dissolvidos nas quantidades preconizadas, formando uma solução nutritiva, cuja concentração está no nível tolerável pelas plantas. Atendendo a esses requisitos, a fertirrigação fornece os elementos necessários à nutrição da planta.

O princípio básico da fertirrigação consiste na manipulação dos níveis de salinidade no volume de solo úmido junto às raízes. Se isso for alcançado, é possível otimizar as doses dos diferentes sais (fertilizantes) ao longo dos estádios fenológicos da cultura: crescimento vegetativo, floração, enchimento de grãos ou de frutos e maturação.

O grande desafio do manejo de fertirrigação é a manipulação da composição dos sais fertilizantes e a sua proporção nas misturas. Para medir a salinidade total, faz-se uso do condutivímetro, mas neste caso, a mensuração não diferencia a composição dos sais. Por esse motivo, procura-se mensurar a salinidade total através da CE, levando em conta a tolerância fisiológica de cada cultivo. Desse modo, pode-se alterar as doses das fertirrigações, a fim de obter melhor resposta agronômica em cada fase do desenvolvimento do cultivo.

A proporção dos principais nutrientes presentes nos fertilizantes solúveis é calculada através do "equivalente químico", o qual é obtido através da divisão do peso molecular do elemento pela sua valência. A seguir, são apresentados vários exemplos:

i) para calcular o equivalente químico do potássio, que é um cátion monovalente (K^+) e cujo peso molecular é 39, utiliza-se a seguinte equação: Eq. K^+ = PM K/ Valência; Eq. $K^+ = 39/1 = 39$; desse modo, o Eq. Químico do $K^+ = 39$.

ii) para calcular o equivalente químico do Cloro, cujo elemento apresenta-se na solução na forma de cloreto, que é um ânion monovalente (Cl^-), e cujo peso molecular é 35, utiliza-se a seguinte equação: Eq. Cl^- = PM Cl/Valência; Eq. $Cl^- = 35/1 = 35$; desse modo, o Eq. Químico do $Cl^- = 35$.

iii) para calcular o equivalente químico do Cálcio, cujo elemento apresenta-se na solução na forma de cátion bivalente (Ca^{++}) e cujo peso molecular é 40, utiliza-se a seguinte equação: Eq. Ca^{++} = PM Ca / Valência; Eq. $Ca^{++} = 40/2 = 20$; desse modo, o Eq. Químico do $Ca^{++} = 20$.

iv) para calcular o equivalente químico do Magnésio, cujo elemento apresenta-se na solução na forma de cátion bivalente (Mg^{++}) e cujo peso molecular é 24, utiliza-se a seguinte equação: Eq. Mg^{++} = PM Mg / Valência; Eq. $Mg^{++} = 24/2 = 12$; desse modo, o Eq. Químico do $Mg^{++} = 12$.

A partir da obtenção do equivalente químico, o segundo passo é relacionar os equivalentes químicos com a condutividade elétrica, levando em conta que 1 equivalente saliniza 0,1 mS/cm no condutivímetro. Se for considerado o K^+, por exemplo, verifica-se que 5 equivalentes de K^+ salinizam 0,5 mS/cm no condutivímetro. De modo similar, 3 equivalentes de Mg^{++}, salinizam 0,3 mS/cm no condutivímetro.

O condutivímetro mede a salinidade total, sendo sempre uma metade de cátions e a outra metade de ânions. Uma CE = 1 mS/cm, equivale a 10 equivalentes de cátions e 10 equivalentes de ânions e, portanto, existem 20 equivalentes totais. Uma CE = 2,5 mS/cm, corresponde a 25 equivalentes de cátions e 25 equivalentes de ânions, o que totaliza 50 equivalentes de íons.

Um sal dissolvido em água, libera cátions e ânions em número de equivalentes iguais. O condutivímetro mede a condutividade elétrica de apenas uma das cargas, ou seja: ou ele mede a carga do cátion ou a do ânion. A CE obtida, seja do cátion ou do ânion, é multiplicada por 10 , então: CE x 10 = Nº de equivalentes de

uma das cargas. Considerando-se que para cada cátion, existe um ânion correspondente, o Nº total de equivalentes será sempre o dobro de equivalentes mensurados na CE. Exemplo: para uma CE = 1,5 mS/cm, são 15 equivalentes de cátions e, consequentemente, 15 equivalentes de ânions, ou seja, 30 equivalentes de íons no total.

Quando há domínio das informações sobre a composição da salinidade na solução do solo, o condutivímetro passa a ter uma função adicional, pois permite mensurar a salinidade que as plantas toleram e desse modo, torna-se a ferramenta para a manipulação das proporções dos nutrientes visando às melhores respostas fisiológicas, influindo no desempenho das plantas em cada fase fenológica de seu ciclo. A condutividade é o indicativo que reflete a salinidade da solução.

4. O pH E SUA MANIPULAÇÃO VIA FERTIRRIGAÇÕES

A solubilidade e a disponibilidade dos macros e micronutrientes são fortemente influenciadas pelo pH na solução do solo. O intervalo de equilíbrio do pH fica entre 5,7 até 7,5, sendo o valor de 6,5 considerado como o ponto intermediário desejável para manter todos os nutrientes disponíveis na fase solúvel.

A escolha dos fertilizantes solúveis terá forte influência sobre o pH e sua manipulação no bulbo molhado junto as raízes, na solubilidade dos nutrientes, na compatibilidade entre os nutrientes e outros íons não nutrientes presentes no solo, além da flora microbiana do solo.

O emprego de fertilizantes solúveis com tendência mais ácida ou mais alcalina, certamente irá influenciar no pH mensurado no bulbo molhado, ao longo de muitas fertirrigações. A medição frequente do pH através de pHmetro ou testes rápidos de pH de fita colorimétrica, se constituirá num subsídio importante para a escolha dos fertilizantes que deixarão o pH da solução do solo na faixa adequada, para melhor absorção pelas raízes.

Muitas vezes o poder tampão dos solos mais argilosos oferece forte resistência a trocas de pH, mesmo com aplicações generosas de fertilizantes de tendências ácidas, se a intenção for reduzir o pH. Se o objetivo for alcalinizar e forem usados fertilizantes de tendência alcalina, também haverá resistência. Já em solos arenosos essa tarefa é bem mais fácil, assim como em hidroponias.

O mercado tem muitas opções de fertilizantes solúveis com diferentes tendências para influir no pH, sendo isso utilizado como subsídio para manipular, corrigir e manter a solução do solo nos níveis de pH que facilitem a absorção dos diversos nutrientes. Quando o pH estiver fora do intervalo desejado, alguns nutrientes podem ficar insolubilizados ou precipitados no solo, saindo da faixa disponível.

Na Figura 1 é apresentado o intervalo de cada nutriente, em função da variação de pH na solução do solo, evidenciando que a faixa mais larga significa que o nutriente é mais solúvel.

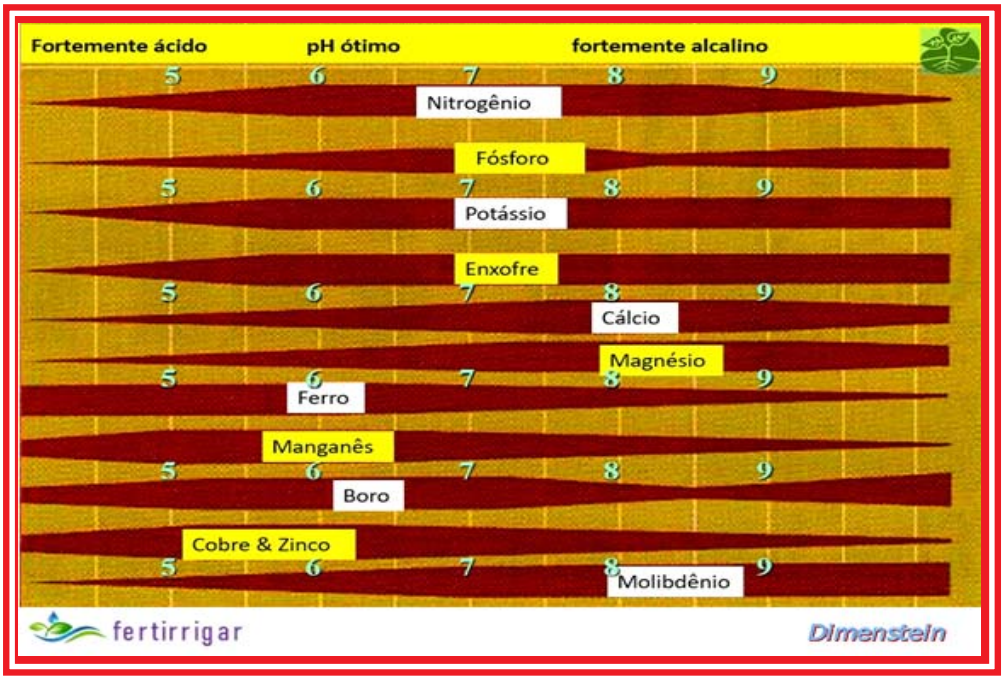


Figura 1. Solubilidade dos nutrientes nas faixas de pH.

A unidade parte por milhão (ppm) corresponde a uma parte em 1.000.000, número que é formado por 6 zeros. O ppm também pode ser expresso em: mg/kg; g/ton; ou ml/m^3. 1kg tem 1 milhão de mg; 1 tonelada tem 1 milhão de g; 1m^3 tem 1 milhão de ml.

Tirando 2 zeros de 1.000.000 ficam 10.000; portanto, 10.000 ppm que equivalem a 1%, enquanto 1.000 ppm equivalem a 0,1%. Quando se expressa a unidade em fertirrigação, é preferível usar "ppm"; por exemplo, é melhor fazer referência a 500 ppm de K do que 0,05% de K, mesmo estes valores sendo exatamente iguais.

A proporção de nutrientes presentes na fórmula dos fertilizantes solúveis comerciais é expressa em %, sendo os valores descritos nas sacarias. Por sua vez, os kits para análise dos nutrientes, visando identificar as concentrações na solução do solo, são expressos em ppm.

No cálculo da dosagem das concentrações de nutrientes na fertirrigação faz-se a conversão das unidades de % para ppm. Esta conversão é mais simples para o entendimento do agricultor, que aplica uma regra de três para converter o nutriente expresso em % na fórmula apresentada na sacaria para ppm. Trata-se de uma regra de ouro, usada na fertirrigação, conforme descrita adiante.

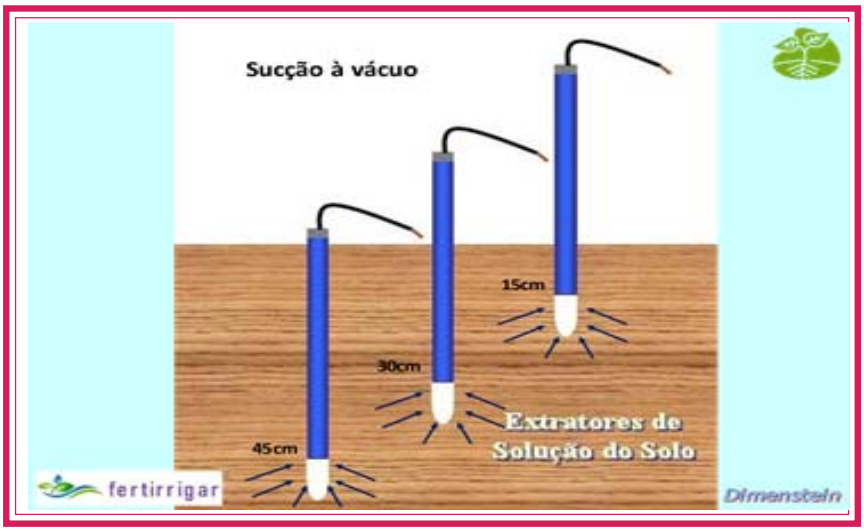


Figura 2. Uso de tubos de sução da solução do solo a vácuo e kits rápidos. Fonte: Dimenstein.

Em cultivos irrigados, as coletas frequentes da solução do solo substituem as tradicionais análises de solo com a vantagem de identificar apenas os nutrientes disponíveis. Os nutrientes que estiverem imobilizados, não serão identificados na solução do solo; somente os que estiverem livres, dissolvidos e na forma iônica, estarão disponíveis para absorção pelas raízes, sendo os mesmos registrados pelos kits rápidos.

Figura 3. i) Kits rápidos para testes da solução do solo: magnésio, cálcio, cloretos, potássio, sulfato, fosfato, nitrato, nitrito, cobre, ferro e pH de fita colorimétrica. ii) Condutivímetro digital e tubos de sucção. iii) Seringa e extratores de solução do solo (ESS) para três profundidades.

Nada mais prático do que comparar duas coletas com intervalo de tempo sequenciado, por exemplo semanal, para identificar o DELTA ( ) entre ambas e decidir as doses via fertirrigação. Exemplo: se o Nitrato, na semana anterior, apresentou 200 ppm e, na semana seguinte, foi de 150 ppm, há uma diferença a menos de Δ = 50 ppm, indicando que esse Nitrogênio foi perdido e deve ser reposto via fertirrigação, a fim de manter os 200 ppm originais da semana anterior. A prática consiste em comparar o valor da leitura de uma observação com o registrado na observação anterior e manipular as doses das fertirrigações seguintes para os valores desejados. Estes valores devem considerar o somatório de todos os nutrientes para que a salinidade total, medida pela CE, fique dentro do intervalo correspondente às exigências fisiológicas para cada cultivo.

No manejo da fertirrigação, os parâmetros nutricionais têm maior peso no atendimento às necessidades das plantas, do que a simples manipulação dos valores absolutos. A palavra "manejo" significa tomar decisões baseadas em critérios de fácil identificação, a fim de direcionar os ajustes adequados na nutrição, evitando aplicações desnecessárias ou insuficientes.

A coleta da solução nutritiva do solo pode ser feita com facilidade através do uso de tubos chamados de Extratores de Solução do Solo (ESS), que devem ser enterrados em 3 profundidades: 15 cm; 30 cm; e 45 cm. Em seguida, usando-se uma seringa se obtém o vácuo, extraindo o ar dos tubos, quando o solo estiver molhado; ou seja, ao final de uma irrigação, quando o solo estiver próximo à capacidade de campo, este é o momento ideal para engatilhar o vácuo. Ao repetir a retirada do ar por pelo menos 3 vezes, pode-se perceber que o êmbolo da seringa vem com dificuldade, indicando que o tubo de sucção está sob vácuo.

Δ

Se o êmbolo da seringa vier facilmente ao ser puxado, será sinal de que não houve vácuo. Em solo seco, não se consegue fazer o vácuo. Após cerca de duas horas de espera sob ação do vácuo, a solução nutritiva do solo enche os tubos extratores. Neste caso, libera-se o vácuo e com a própria seringa coletam-se as amostras para medir a CE, a fim de saber o nível de salinidade em cada horizonte onde se distribui o bulbo ou na faixa de solo molhado, onde se concentra o sistema radicular. Esses tubos ESS simulam a extração de nutrientes do solo pelas raízes, em cada profundidade em que a amostra é coletada.

5. INTERPRETAÇÕES PARA MANEJO DE FERTIRRIGAÇÕES

No manejo da irrigação, os valores absolutos dos resultados das análises da solução do solo, não são levados em consideração. A interpretação relativa é a mais adequada, pois identifica o DELTA ( ) entre duas análises da solução do solo. Para cada item, levam-se em conta as diferenças entre os valores da coleta anterior e da coleta atual. Exemplo 1: se o pH da coleta anterior foi = 6 e na nova coleta foi = 5,5, a diferença de 0,5 indica que há tendência de acidificação da solução do solo, que

pode ser confirmada na coleta seguinte. Exemplo 2: se o kit de Nitrato apresentava 300 ppm e na coleta seguinte apresentou 200 ppm, significa que houve uma redução de 100 ppm, indicando que é necessário repor ou não o Nitrogênio perdido.

Na decisão quanto ao manejo, identifica-se o Delta e registra-se a ordem de grandeza que cada nutriente contribui para a salinidade total, medida pela CE. Por exemplo: se o Fosfato foi correspondente a 10 ppm e posteriormente se registrou 25 ppm, o ideal seria obter 50 ppm que é o nível ideal em solo arenoso. Assim, ainda seria necessário aplicar +25 ppm de Fosfato. Mesmo havendo melhoria em relação à coleta anterior, a quantidade registrada posteriormente, não foi suficiente para chegar à concentração desejada. Essa abordagem indica a disponibilidade dos nutrientes, enquanto caberá ao agricultor decidir sobre as doses necessárias nas próximas fertirrigações, a fim de otimizar a absorção pelas raízes.

Os kits rápidos são fáceis e práticos, dando informações sobre os níveis de nutrientes, salinidade (CE) e pH, que são registros valiosos para facilitar a tomada de decisão, minimizando os erros na escolha dos fertilizantes e na definição das doses a aplicar.

A maioria dos erros de manejo decorrem da falta de informações mínimas sobre a disponibilidade dos nutrientes, salinidade total (CE), pH e lixiviações quando o ESS mais profundo, no comprimento de 45 cm, registra leituras maiores dos nutrientes e da CE, em relação aos ESS menos profundos, no comprimento entre 15 cm e 30 cm.

Diante de um solo com pH ácido é improvável que o agricultor decida aplicar mais fertilizantes de tendência ácida via fertirrigação, como por exemplo: Sulfato de Amônio, Ureia, Ácido Fosfórico, etc., que iria agravar o problema. Na situação contrária, em uma solução do solo com pH alcalino, o agricultor deverá escolher evidentemente o uso de fertilizantes de tendência mais ácida, em decisão coerente e lógica para corrigir o pH, evitando fontes de fertilizantes alcalinos como Nitrato de Cálcio e Nitrato de Potássio, por exemplo. As escolhas dos fertilizantes serão sempre para correções de pH, a fim de trazer a solução do solo para o intervalo de pH desejado.

Seria também improvável que ao identificar níveis de Cálcio acima de 150 ppm na solução do solo, quando já seriam suficientes entre 60 e 100 ppm, o agricultor ainda aplicasse mais Cálcio, sem necessidade, aumentando o desperdício e a competição contra outros cátions, como K^{+} e Mg^{++}, além de aumentar a salinidade total.

A tomada de decisão pelo agricultor deve ser pautada na lógica e sem improvisações, a fim de evitar erros de manejo apenas por ajustes de doses e escolha das fontes de fertilizantes. O monitoramento é uma ferramenta de alerta eficaz para evitar erros de decisão no manejo da fertirrigação, além dos erros decorrentes das "receitas de bolo", que são fáceis de identificar e corrigir.

Em um sistema dinâmico como é a agricultura irrigada, os acertos totais são tarefas inalcançáveis e por isso, procura-se neste trabalho dar ênfase a minimização dos erros. Em analogia com a prática do tiro ao alvo, não se pretende atingir o alvo

exatamente na mosca, mas atingir o alvo, o que já é um grande feito. Assim, ao identificar alguns potenciais erros grosseiros, como pH inadequado, lixiviações, falta ou excesso de alguns nutrientes, pode-se minimizar os erros através de fertirrigações e assegurar uma nutrição que demande correções dinâmicas e contínuas em cada fase fenológica. Esse método certamente vai alcançar o objetivo, podendo ser aperfeiçoado nas fertirrigações seguintes. Outro fator importante para otimizar a fertirrigação é o monitoramento.

6. QUANTIDADE X CONCENTRAÇÃO - COMO DOSAR AS FERTIRRIGAÇÕES

A tecnologia empregada na agricultura irrigada assume de forma equivocada os critérios quantitativos usados na agricultura de sequeiro, que expressam as unidades em kg/hectare ou g/planta. Para tanto, são recomendadas as quantidades a serem utilizadas nos diferentes ciclos do cultivo, sendo os nutrientes aplicados via fertirrigação, com fracionamento das doses que já estão previamente definidas. Isso é matemático, mas levando-se em conta o contexto fisiológico não é o adequado, e deve-se levar em consideração às exigências da cultura nos diferentes estádios fenológicos, para que não se aplique uma receita de bolo, sem critérios agronômicos para obtenção da produtividade desejada.

Na fertirrigação, as raízes absorvem a solução nutritiva nas diferentes concentrações de sais, contendo os fertilizantes dissolvidos. Essas concentrações podem ser manipuladas, aplicando-se doses fracionadas via frequentes fertirrigações, a fim de manter a salinidade dentro dos limites recomendados, visando atender às exigências do cultivo.

A salinidade é aferida pela mensuração da CE; na medida que se aplica a fertirrigação (fertilizantes dissolvidos) nos diferentes estádios de crescimento vegetativo, floração, enchimento dos frutos, dos grãos ou tubérculos, maturação e colheita.

No cálculo da concentração, os dados são expressos em g/m^3, sendo o volume irrigado calculado de forma indireta porque muitos usam o tempo de rega em vez de volume, ou seja, irrigar durante 2 horas ou 3 horas. Para calcular de fato o volume aplicado tem que saber a vazão na área irrigada x tempo.

Outra forma de se identificar volume é quando o projetista informa a capacidade de irrigação em mm; neste caso faz-se a seguinte conversão: mm x 10 = m^3/hectare. Exemplo: uma irrigação de 4mm = 40 m^3/hectare.

Após resolver o critério e a definição da unidade em volume (m^3), faz-se a conversão das fórmulas de fertilizantes apresentadas no saco do fertilizante solúvel, expressas em %, para a unidade "ppm" (partes por milhão), a fim de identificar a concentração de cada nutriente já em ppm a ser aplicado via fertirrigação e assim, saberemos a contribuição de cada nutriente dentro da salinidade total medida pela condutividade elétrica (CE) na solução do solo. Feito isso, passa-se a próxima etapa do método que é o manejo da fertirrigação,

considerando os valores em ppm para uma simples regra de como calcular as dosagens por concentração.

"REGRA DE OURO DA FERTIRRIGAÇÃO" CÁLCULO DAS DOSES DAS FERTIRRIGAÇÕES:

Quando se expressa a dose no padrão de 100g/m^3, o número que aparece na sacaria do fertilizante em % é convertido para ppm.

O importante em usar a unidade em "ppm" é a possibilidade de converter a % de nutrientes contidos na fórmula fertilizante solúvel comercial para "ppm", o qual será aplicado em cada m^3 de irrigação.

O mais importante é a proporcionalidade, ou seja, o dobro da concentração seria 200g/m^3 , que corresponde ao dobro da garantia da fórmula em ppm. Reduzindo a dose, pode-se chegar a 50g/m^3 , que corresponde à metade da garantia da fórmula em ppm.

Exemplo: empregando-se a fórmula 16-08-32 de fertilizante solúvel NPK em uma lâmina de 5 mm = 50 m^3/hectare de volume a irrigar. Usando-se a regra de ouro da fertirrigação na proporção original, correspondente a 100g/m^3 x 50 m^3 , se obtém uma dose de 5 kg/hectare da fórmula 16-08-32. Neste caso, cada emissor fornecerá 16 ppm de N, 08 ppm de P_2O_5 e 32 ppm de K_2O.

Aplicando-se uma dose duas vezes maior (2x) do que a dose padrão inicial, serão utilizadas 200g/m^3; passando-se a garantia desta formulação N-P_2O_5-K_2O de % para ppm, numa uma proporção duas vezes mais concentrada, a fórmula será alterada de 16-08-32 para 32-16-64, sendo esta conversão feita com uso da unidade "ppm".

Para possibilitar as conversões dos nutrientes, as indústrias de fertilizantes utilizam as expressões de Óxidos para Fósforo e Potássio, embora saiba-se que em vez de P_2O_5, a fórmula correta é H_2PO_4 (fosfato); e para o Potássio, em vez de K_2O, o correto é usar o K puro. Para a conversão de P_2O_5 em H_2PO_4, deve-se multiplicar por 0,73. Na conversão de K_2O para K, deve-se multiplicar pelo valor 0,83.

Na conversão do Cálcio e Magnésio, que também contém Óxidos, recomenda-se: i) de CaO para Ca, multiplicar por 0,71; ii) de MgO para Mg, multiplicar por 0,6.

Exemplo: utilizando Ureia com 45% de N e aplicando a regra de ouro da fertirrigação, considerando que 100g/m^3 fornece exatamente 45 ppm de N, serão feitos os seguintes cálculos: se o volume for de 40m^3/ha serão usados 100g do fertilizante para 40m^3 da solução; neste caso, serão utilizados 4kg de Ureia, aplicados em rega por hectare, sendo que cada emissor receberá 45 ppm de N.

Como essa relação é proporcional, como no exemplo a seguir, passando-se de 100 g/m^3 para 200g/m^3, será fornecido o dobro da garantia do fertilizante que, no caso da Ureia, faz-se o seguinte cálculo: 45 x 2 = 90 ppm.

Exemplo: no manejo da fertirrigação, utilizando-se o fertilizante solúvel KCl com 60% K_2O, deseja-se aplicar 300 ppm de K_2O. Cálculo: se 100g/m^3 fornece a garantia de 60 do nutriente expresso como Óxido de Potássio K_20, para se obter 300 ppm K_2O deve-se considerar uma quantidade correspondente a 5 x mais, ou seja, 500g/m^3; se o volume de rega for de 7mm = 70m^3/hectare, então em 500g x 70m^3 serão aplicados = 35 kg de KCl/hectare. Para converter 300 ppm de K_2O em K, multiplica-se por 0,83 e se obtém = 249 ppm de K, que pode ser aproximado para 250 ppm.

7. PARÂMETROS SUGERIDOS NA SOLUÇÃO DO SOLO PARA CACAU COM FERTIRRIGAÇÃO

Os valores menores na faixa apresentada na Tabela 1 são adequados para a fase vegetativa, enquanto os valores maiores são mais apropriados para as fases de enchimento de frutos e maturação. Com relação ao Fosfato, usa-se o critério de textura do solo, através do qual considera-se que o valor de 25 ppm é para solos mais argilosos, enquanto a concentração de 50 ppm é empregada para solos mais arenosos.

Tabela 1. Parâmetros sugeridos na solução do solo para cacau na fertirrigação

Cultivo	CE mS/cm	pH	Cl^- (ppm)	NO_3^- (ppm)	$H_2PO_4^-$ (ppm)	K^+ (ppm)	Ca^{++} (ppm)	Mg^{++} (ppm)	SO_4^{--} (ppm)	Cu^{++} (ppm)	Fe^{++} (ppm)
Cacau	1- 2,5	5,7 - 7,5	< 300	100 - 300	25 - 50	150 - 500	50 - 150	25 - 75	60 - 100	5 - 20	10 - 30

Os kits rápidos disponíveis para micronutrientes no mercado são usados apenas para Cobre e Ferro.

8. FERTIRRIGAÇÕES X ADUBAÇÕES CONVENCIONAIS. CONCLUSÕES

A adubação do cacaueiro é realizada prevalentemente nas condições de sequeiro. Contudo, nos últimos anos vem crescendo o emprego da fertirrigação, principalmente devido a expansão da fronteira agrícola para as áreas não tradicionais, como no semiárido do nordeste, norte de Minas, novas áreas do Espírito Santo e Planalto de São Paulo.

Muitos produtores de cacau investem na irrigação do cacaueiro, empregando a fertirrigação como complemento da adubação convencional; outros adotam a irrigação para aplicar fertilizantes solúveis via manejo da fertirrigação, eliminando as demais práticas de adubação de base e cobertura.

Admite-se que há uma barreira cultural no caso da irrigação e fertirrigação, pelo fato de o cacau ter sido difundido originalmente em áreas com boa distribuição de chuvas, sendo a prática da irrigação muito pouco empregada. Por essa razão não se

dispõe de amplas informações sobre o assunto, como há nas outras práticas de manejo da cultura. Do mesmo modo, há pouca expertise em nível comercial, quando se compara com as demais práticas do plantio ao processamento do cacau.

É importante considerar que a fertirrigação é uma ferramenta que pode baratear custos e aumentar a eficácia, quando devidamente empregada. As vantagens desta tecnologia são ampliadas quando associadas a práticas avançadas no campo da genética, fisiologia, fitotecnia, nutrição vegetal, fitossanidade, engenharia agrícola, colheita e pós-colheita. Entretanto, para que se alcance bons resultados, é necessário que haja qualificação da mão de obra visando à concepção de bons projetos, implementação no campo e manejo da cultura.

Finalmente, o principal objetivo desse capítulo é o de abrir novos horizontes e perspectivas para se ter um melhor aproveitamento agronômico na exploração do potencial genético dos cultivos, através de um manejo mais profissional, onde as decisões são baseadas em argumentos fortes de biologia, química e fisiologia vegetal, para otimização dos resultados em campo.

9. REFERÊNCIAS

BARGUEÑO, H. **La Fertigación en Cultivos Hortícolas con Acolchados Plásticos, Bursag, s.c.** México. vls. 1, 2 y 3, 1999.

DIMENSTEIN, L. **Fertirrigação e Nutrição Vegetal.** Fortaleza, Brasil: Frutal, 2014. 118 p.

GOYAL, M. R. **Water and Fertigation Management in Micro Irrigation.** Florida, USA: CRC Press – Apple Academic Press, 2016. 309 p.

GREGORY, P. J. **Plant Roots: growth, activity and interaction with soils.** Oxford: Blackwell Publishing, 2006. 34 p.

HAIDER, K.; SCHAFFER, A. **Soil Biochemistry.** Enfield, NH, USA: Science Publisher, 2009. 129 p.

HASANUZZAMAN, M. et. al. **Plant Nutrients and Abiotic Stress Tolerance.** Singapore: Springer, 2018. 590 p.

HELDT, H. W.; PIECHULLA, B. **Plant Biochemistry.** 4. ed. London: Academic Press, Elsevier, 2011. 618 p.

KAFKAFI, U.; TARCHITZKY, J. **Fertigation – A tool for efficient fertilizer and water management.** In: International Fertilizers Industry Association (IFA) and International Potash Institute (IPI). 1. ed. Paris. 2011. 141 p.

LINDSAY, W. L.; CATLETT, K. M. Chemistry of the Soil Solution. In: **Plant Physiology.** Soil Science Society of America, p: 123-140,1998.

MCCULLY, M. E., Roots in Soil: Unearthing the Complexities of Roots and Their Rhizospheres. In: **Annual Review of Plant Physiology and Plant Molecular Biology,** 50: 695-718, 1999.

MARSCHNER, H. **Mineral Nutrition of Higher Plants.** 4. ed. London: Academic Press, 2023.

MILLER, A.; HILLS, A. **The importance of soil pH, Farm note 78/2000.** Agriculture Western Australia, 2000. 4 p.

MOTTES, A. **Manual de instruções de Mottes Tensiômetros Ltd. Israel. Análises da solução nutritiva do solo e o Método dos extratores de solução do solo à vácuo**. 2001.

NAVARRO, G. G. Y.; NAVARRO, S. B. **Química Agrícola.** Ediciones Mundi-Prensa, 2000. 488 p.

PAYE, H. S. et al. Novas tecnologias para avaliação da fertilidade do solo e do estado nutricional das plantas. In: **Incaper em Revista**, Vitória, v.9, p. 42-50, jan/dez 2018. ISSN 2179-5304.

RAGHOTHAMA, K. G., Phosphate Acquisition. In: **Annual Review of Plant Physiology and Plant Molecular Biology,** 50: 665-693, 1999.

SCHACHTMAN, D. P et al. Phosphorus Uptake by Plants: From Soil to Cell. **Plant Physiology,** 116: 447-453, 1998.

SHABALA, S. **Plant Stress Physiology.** 2. ed. Oxfordshire, UK: CABI, 2017. 378 p.

SMITH, J. L.; DORAN, J. W. Measurement and use of pH and Electrical Conductivity for Soil Quality Analysis. In: **Methods for Assessing Soil Quality.** Soil Science Society of America, Special Publication, 49, 169-186, 1996.

SONNEVELD, C.; VOOGT, W. **Plant Nutrition of Greenhouse Crops.** 1. ed. London: Springer, 2009. 432 p.

STERN, K. et al. **Plant Biology.** 12. ed. New York: McGrow-Hill, 2011. 641 p.

STEUDLE, E. Water uptake by roots: effects of water deficit. In: **Journal of Experimental Botany**, v. 51, n. 350, p: 1531 – 1542, 2000.

TAIZ, L; ZEIGER, E. **Plant Physiology.** 6. ed. 2015.761 p. Disponível em: www.sinauer.com/plant-physiology-and-development.html. Acesso em: Mai. 2023.

VOET, D. et al. **Fundamentals of Biochemistry – Life at molecular level.** 4. ed. John Wiley & Sons, Inc, 2013. 1204 p.

WIEDENHOEFT, A. C. **Plant Nutrition, The Green World.** New York, USA: Chelsea House Publishers. 2006.

CAPÍTULO 13

Mecanização agrícola: experiências com o cultivo do cacaueiro no Brasil

A

B

MECANIZAÇÃO AGRÍCOLA: EXPERIÊNCIAS COM O CULTIVO DO CACAUEIRO NO BRASIL

José Basílio Vieira Leite, Eduardo Varejão Fonseca, George Andrade Sodré

1. INTRODUÇÃO

Desde o século passado tem crescido no mundo a necessidade de modelos de produção que assegurem elevadas produtividades na cacauicultura, melhoria na qualidade do produto, eficiência no uso dos recursos e insumos, custos compatíveis, viabilidade financeira e renda atrativa.

Na Malásia, na década de 1970, foram implantados modelos tecnificados de cultivo do cacaueiro, que não foram expandidos comercialmente, devido à mudança na estratégia do país para a produção de commodities agrícolas (HUI, 2012). No Equador, na década de 1990, foi adotado um modelo monoclonal a pleno sol como alternativa aos danos causados pela doença monilíase nos sistemas tradicionais de cultivo. Recentemente foram introduzidos ajustes tecnológicos nestes modelos os quais vêm sendo validados e aperfeiçoados no Brasil, visando equacionar o problema da baixa produtividade associada aos modelos tradicionais de exploração do cacaueiro (Figuras 1 e 2), às doenças e ao elevado custo de mão de obra.

Resultados de pesquisas com novos modelos de produção de cacau no Brasil, Equador, Malásia e Austrália (DICSBALIS et al., 2010; LEITE; SODRÉ, 2012) mostraram que existem tecnologias disponíveis para o alcance de produção superior a 3,0 toneladas de amêndoas secas ha ano^{-1}, em escala comercial. Nesse sentido, a Ceplac conduziu ensaios de pesquisa na região dos Tabuleiros Costeiros da Bahia, assim como nas regiões não tradicionais de cultivo do estado, além de outros estados, visando testar, adaptar e validar tecnologias para o manejo do cacaueiro incluindo a mecanização, objetivando à substituição dos modelos tradicionais anteriormente recomendados (Figuras 3 e 4).

A nova proposta consiste basicamente no uso planificado de cultivo a pleno sol ou consorciado, utilizando clones de cacaueiros autocompatíveis, de boa arquitetura, em blocos monoclonais com espaçamentos ajustados aos clones, uso de sistema eficiente de poda e quebra-vento, manejo de água e fertilizantes, controle sistemático de pragas e doenças e, principalmente, mecanização das operações relacionadas ao plantio, manejo e beneficiamento do cacau.

Deve-se destacar que, nas situações em que há ênfase no aumento da produtividade, ocorre o uso de mecanização em níveis variados.

Figura 1. Cacaueiro sob sombreamento de espécies nativas da Mata Atlântica raleada - cabruca. Autor: José Basilio Leite (Ceplac, Ilhéus, BA).

Figura 2. Cacaueiro sob sombreamento de espécies exóticas cultivadas - *Erytrina sp.* Autor: José Basilio Leite (Ceplac, Ilhéus, BA).

Figura 3. Cacaueiro em sistema agroflorestal com a seringueira. Autor: Adonias de Castro (Ceplac, Faz. Tiriri, Piraí do Norte, BA).

Figura 4. Cacaueiro cultivado a pleno sol com irrigação. Autor: José Basilio Leite (Faz. Chapadão, Nova Redenção, BA).

2. MECANIZAÇÃO DA CACAUICULTURA - "ESTADO DA ARTE"

Experiências sobre mecanização da cacauicultura brasileira ocorreram desde a década de 1970; entretanto, as iniciativas tornaram-se mais intensivas na região dos Tabuleiros Costeiros da Bahia em meados da década de 1990, quando produtores que costumeiramente faziam rotação de culturas nas áreas de mamão com café conilon decidiram experimentar a cacauicultura.

Inicialmente, as lavouras foram conduzidas com clones autoincompatíveis e híbridos que, em geral, apresentavam baixas produtividades. Entretanto, após duas décadas de pesquisas sobre o manejo integrado do cacaueiro com ênfase para alta produtividade e intensificação do cultivo mecanizado, passou-se a alcançar rendimentos elevados, conforme se verifica na Figura 5.

Os bons resultados da região dos Tabuleiros foram determinantes para a expansão do cultivo do cacaueiro em outras regiões do país, principalmente para o Espírito Santo, o Cerrado e o Semiárido. Em regiões de clima semiárido, a soma de novas áreas de cultivo do cacaueiro até o ano de 2022 já se aproximava de 500 ha.

Atualmente, os projetos com cacauicultura irrigada e mecanizada nos estados da Bahia, Pernambuco, Mato Grosso, Tocantins, Minas Gerais, São Paulo e Ceará já somam mais de 1.000 ha (Figura 6).

Figura 5. Alta produtividade do cacaueiro nos Tabuleiros Costeiros. Autor: José Basilio Leite - Faz. Lembrance, Itabela, BA.

Figura 6. Cacaueiro cultivado a pleno sol, com irrigação, no Semiárido. Autor: José Basilio Leite - Faz. Chapadão, Nova Redenção, BA.

Em geral, a mecanização dos cultivos tem os seguintes objetivos: uniformizar e aumentar a qualidade das operações agrícolas; aumentar a produtividade do sistema; tornar o trabalho menos árduo e reduzir o custo com mão de obra (YAMASHITA, 2010).

Em qualquer situação, é necessário realizar um planejamento da área para a mecanização, a fim de possibilitar e/ou facilitar as operações, como o arranjo espacial do plantio, o espaçamento do cacaueiro e das plantas usadas como sombra e quebra-vento, além das estradas e carreadores (Figura 7). Isto permitirá melhor aplicação de tecnologias como: preparo e manejo de solo, plantio de mudas adequadas, irrigação e fertirrigação, podas, clones, controle de pragas e doenças, manejo de plantas invasoras, polinização com sopro, colheita e beneficiamento.

Para o cacaueiro, a mecanização pode ser aplicada nos modelos de cultivos a pleno sol, em plantios homogêneos ou em consorciação permanente ou provisória com outros cultivos. Também poderá ser aplicada em áreas com relevo plano, suave ondulado e até ondulados.

Em cada situação é possível estabelecer um nível de mecanização, que pode ser total ou parcial, de acordo com a operação agrícola do sistema de produção. Áreas planas ou com condições favoráveis de relevo possibilitam um maior nível de mecanização, o que é desejado.

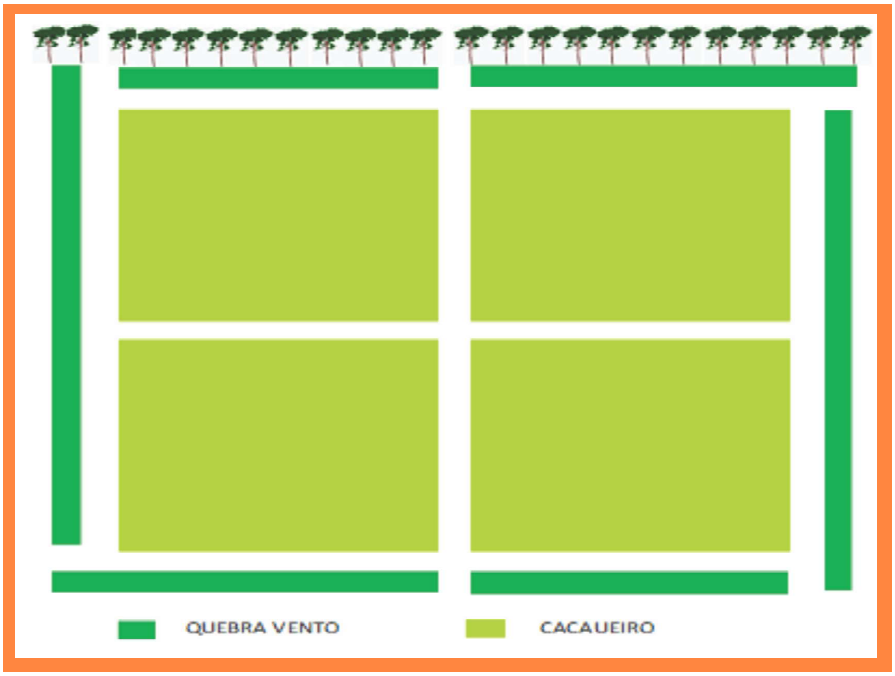


Figura 7. Desenho esquemático para plantio mecanizado do cacaueiro. (Autor: José Basilio Leite - Ceplac).

É importante destacar a grande dificuldade para adaptar a mecanização em plantios de cacaueiros já estabelecidos sob mata. Entre os anos 2015 e 2018, em eventos realizados na Ceplac sobre mecanização da cacauicultura brasileira, considerou-se como tema recorrente, a adaptação de equipamentos para condições de áreas já implantadas.

Infelizmente, esse ainda é um gargalo não resolvido, devido principalmente aos custos para desenvolver novos equipamentos, a variabilidade dos solos e do relevo em curtas distâncias, a idade avançada de muitos plantios e o rendimento atual das áreas; estes problemas em conjunto não estimularam a indústria de equipamentos de mecanização agrícola a investir em projetos para a cacauicultura de floresta raleada, especialmente na região sul da Bahia.

Por outro lado, muitos equipamentos e maquinários têm sido desenvolvidos e/ou adaptados para novos plantios em diversas regiões do Brasil com destaque para as áreas de cacaueiros clonados, em regiões de relevo plano ou suave ondulado.

3. ONDE E COMO MECANIZAR A CACAUICULTURA

O modelo de mecanização da cacauicultura pode ser ajustado para uso em Sistemas Agroflorestais (SAFs), utilizando espécies como seringueira, coqueiro,

açaizeiro, mamoeiro, bananeira e outros cultivos. Contudo, destaca-se que as áreas sempre deverão ser adaptadas para a mecanização, preferencialmente com uso de irrigação e fertirrigação, que geram incrementos entre 40 a 100 % em relação à produtividade em sequeiro (SIQUEIRA et al., 1996).

No ambiente de Tabuleiros Costeiros da faixa litorânea brasileira e na região que compreende o Norte do Espírito Santo, Sul e Extremo Sul da Bahia, encontram-se áreas com potencial para cultivo mecanizado do cacaueiro, porque apresentam relevo plano a suave ondulado, com disponibilidade de água para irrigação. Nessas regiões, foram implantados nas últimas duas décadas, projetos com cacaueiro a pleno sol e fertirrigado, os quais apresentam as características descritas a seguir:

a. Cacaueiros totalmente a pleno sol - áreas administradas por empresas que tradicionalmente cultivam mamoeiro, bananeira, eucalipto e cafeeiro. Possuem modelo de administração empresarial, sistema de cultivo fertirrigado, sem sombreamento definitivo, mas com sombreamento inicial de mamoeiro e/ou bananeira e sistema de quebra-vento. As áreas são implantadas com clones de alta produção e mudas produzidas por enraizamento de estacas ou enxertia. A produtividade em áreas com seis anos pode atingir 3.540 kg de amêndoas secas ha ano^{-1} (Figuras 8 e 9).

b. Cacaueiro consorciado com coqueiro e outras espécies - trata-se de um modelo adotado por empresas que aproveitam plantios já estabelecidos, principalmente de coqueiro, e introduzem o cacaueiro com sistema de irrigação ou implantam novas áreas com bananeira ou mamoeiro. A produtividade, em geral, situa-se acima de 2.000 kg de amêndoas secas ha ano^{-1} (Figuras 10 e 11).

Figura 8. Cacaueiro em cultivo intensivo nos Tabuleiros Costeiros, Bahia. (Autor: José Basilio Leite. Faz. Alegrias, Eunápolis, BA).

Figura 9. Cacaueiro cultivado a pleno sol no Semiárido, Bahia. (Autor: José Basilio Leite. Faz. Chapadão, Nova Redenção, BA).

Figura 10. Cultivo intensivo do cacaueiro consorciado com mamoeiro, Bahia. (Autor: José Basilio Leite. Faz. Chapadão, Nova Redenção, BA).

Figura 11. Cultivo intensivo do cacaueiro consorciado com coqueiro, Bahia. (Autor: José Basilio Leite. Faz. Álamo, Eunápolis, BA.

4. CLONES, ESPAÇAMENTOS E DISPOSIÇÃO ESPACIAL DO PLANTIO MECANIZADO DO CACAUEIRO

Outra etapa importante e fundamental para efetivar a cacauicultura mecanizada é o desenvolvimento e uso de variedades clonais melhoradas, com adequada qualidade de amêndoas, boas características gerais e maior durabilidade de resistência às pragas e doenças.

A pesquisa e recomendação de clones pela Ceplac tem evoluído constantemente e possibilitado não somente a ampliação da base genética da resistência a vassoura de bruxa e outras doenças, mas também associando características agronômicas favoráveis relacionadas ao tamanho e número de frutos e sementes, relação peso da casca de frutos e sementes, e autocompatibilidade (LOPES et al., 2011).

As principais variedades, regionalmente chamadas de “clones”, indicadas para plantio mecanizado em larga escala são: BN 34, CCN 51, CEPEC 2002, PS 13.19 e SJ 02 (Capítulo 5, respectivamente, Figuras 08, 10, 11, 20 e 21).

.

4.1. Espaçamento e disposição espacial

Os principais espaçamentos recomendados para mecanização no cultivo do cacaueiro variam de acordo com o clone e o relevo da área. Entre estes, merecem destaque os seguintes: 3,0 x 3,0 m; 3,0 x 2,0 m; 3,5 x 2,0 m, 3,5 x 2,5 m; 3,8 x 2,0 m e 4,0 x 2,0 m em plantios com fileiras simples; para plantios em fileiras duplas podem ser usados: 3,5 x 3,0 x 2,0 m; 4,0 x 3,0 x 2,0 m; 4,0 x 2,5 x 2,0 m e 5,0 x 2,5 x 2,0 m.

A disposição espacial dependerá do arranjo escolhido, que por sua vez, depende de dois componentes: o sistema de quebra-vento e a espécie usada no consórcio. Em geral, recomenda-se adotar o sistema de “Box” em faixas e/ou aleias (Figura 12 e 13).

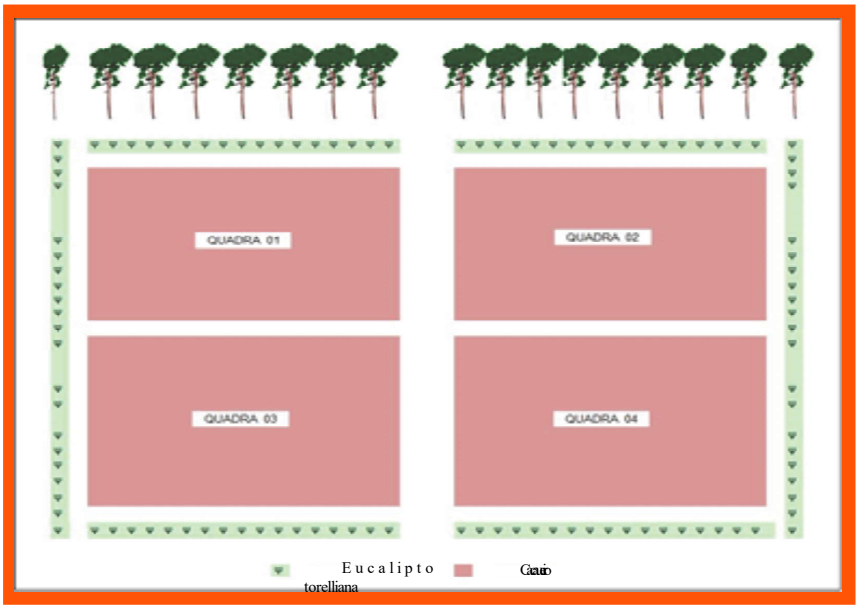


Figura 12. Desenho esquemático do cultivo intensivo em "Box". (Autor: José Basilio Leite).

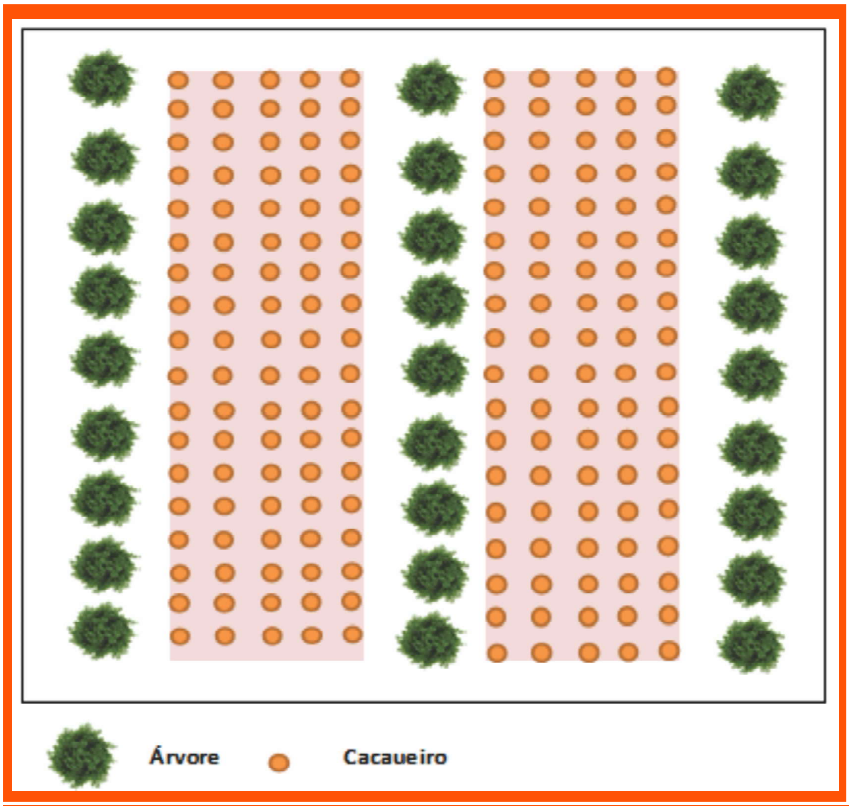


Figura 13. Desenho esquemático do cultivo intensivo em faixas ou aleias (Autor: José Basilio Leite).

4.2. Levantamentos iniciais

Os levantamentos iniciais são atividades necessárias para elaboração do projeto agronômico da área e mecanização de plantios que incluem a identificação de áreas potenciais. Levantamentos pedológico e planimétrico da área são necessários para o planejamento ambiental e para garantir a qualidade das operações de preparo de solo, além do sistema de irrigação e drenagem. As análises físico-químicas do solo são essenciais para verificar a necessidade de correções e planejamento da fertirrigação.

Considerando que no preparo do solo com máquinas poderá haver corte e remoção de vegetação, em algumas áreas é necessário o inventário das árvores existentes, para planejamento da limpeza e sistematização da área antes do plantio e, em seguida, obtenção das autorizações ambientais. Deve-se destacar que as áreas que atualmente encontram-se ocupadas com pastagem e capoeiras ralas, em princípio não necessitariam de autorizações e, sempre que possível, devem ser priorizadas.

4.3. Preparo da área

Para implantar a cacauicultura mecanizada, em muitos casos, recomenda-se a erradicação do talhão com o corte de cacaueiros velhos, principalmente porque não produzem mais em condições econômicas satisfatórias. Em áreas com plantio tradicional devem-se primeiramente retirar as árvores de espécies exóticas, usadas no passado para sombreamento, principalmente as eritrinas.

O preparo da área pode ser dividido em três etapas: derrubada; corte em pedaços menores e trituração do material. Após o corte deve ser realizada a destoca e a limpeza da área com o uso de tratores e outros equipamentos, pois estas operações são necessárias para facilitar as etapas subsequentes de preparo do solo.

As folhas e ramos finos de cacaueiros velhos deverão ser triturados com uso de implementos do tipo “trinchas florestais”. Os ramos com diâmetro abaixo de 20 cm devem ser triturados com o picador/ triturador florestal. Entretanto, existe ainda um desafio a ser vencido pela pesquisa que é a redução do diâmetro dos troncos cortados em dimensões inferiores a 30 cm, valor máximo para que picadores/trituradores trabalhem sem interrupções e com bom rendimento. Isso poderá ser feito aumentando a potência das máquinas trituradoras e/ou fazendo redução prévia do diâmetro dos ramos e troncos para próximo de 20 cm, usando motosserra.

Com o corte e destoca gera-se um volume muito grande de troncos, galhos, ramos e folhagem na área. Esse material precisará ser removido ou triturado, visando acelerar a decomposição e facilitar o trânsito de máquinas de preparo de solo e plantio, com objetivo de preparar a nova área do cacaueiro para o sistema mecanizado. Em áreas cultivadas com pastagens, essas operações são desnecessárias.

4.4. Preparo do solo

Consiste na retirada de material pedregoso superficial e, quando necessário, realizar aração, gradagem, calagem, gessagem, subsolagem (Figura 14A e B), adubação fosfatada profunda, limpeza de raízes, gradagem niveladora e sulcamento das linhas. Após essas etapas será realizado o plantio das bananeiras que comporão o sombreamento inicial, necessário para aclimatar as mudas de cacaueiro durante o primeiro ano. Nesse mesmo período, devem ser implantadas as espécies que terão a função de quebra-vento.

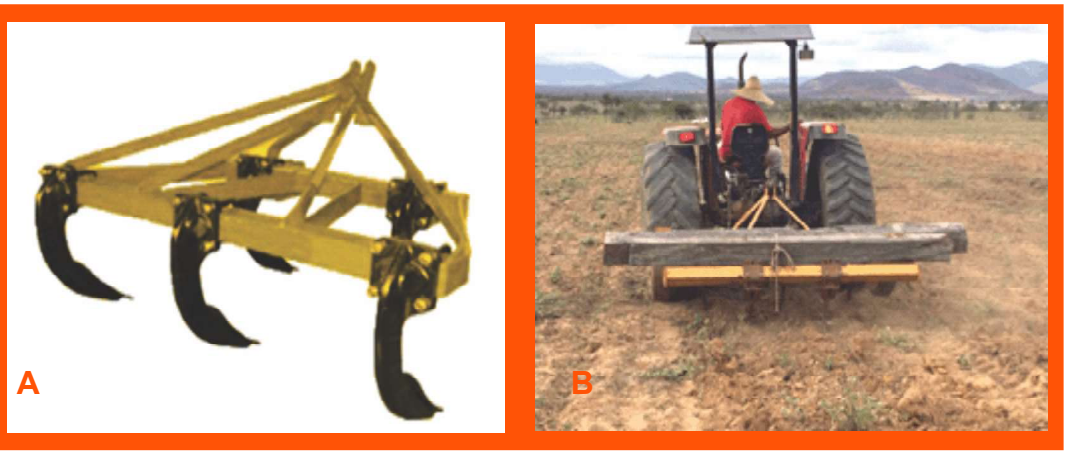


Figura 14. Subsolador de três hastes (A) e a operação de subsolagem (B). Autor: Eduardo Varejão, Faz. Barro Vermelho, Iaçú, BA.

5. ESTUDO DE CASO DE CACAUICULTURA MECANIZADA EM ITABERABA, BAHIA

A Fazenda Barro Vermelho, localizada na região semiárida do município de Itaberaba, estado da Bahia, em janeiro de 2017 iniciou um projeto de plantio comercial de cacaueiro irrigado e consorciado com bananeira nos primeiros anos. O projeto incluiu a adaptação de tecnologias envolvendo a mecanização agrícola, visando desenvolver a cacauicultora na região. Cumpre destacar que a mecanização agrícola nas etapas de plantio e manejo foi de fundamental importância para reduzir os custos totais, uniformizar o preparo do solo e facilitar o manejo da cultura.

Nos trabalhos de mecanização foram utilizados os implementos disponíveis na fazenda, sendo também adquiridos um pulverizador e uma trincha, já que não compensava a aquisição de todos os implementos, por se tratar de uma área pequena (25 ha). Contudo, para efeito didático, serão apresentados alguns implementos que podem ser incorporados a cacauicultura mecanizada, desde quando o tamanho da área justifique economicamente a sua aquisição.

5.1. Preparo de solo na Fazenda Barro Vermelho

A área encontrava-se ocupada com pastagem degradada, em solo de textura franco argilo-arenosa, o qual recebeu inicialmente duas gradagens. Durante o preparo da área e de acordo com a análise do solo foi realizada uma calagem com aplicação de 3 t/ha de calcário, distribuídos manualmente, pois o projeto não tinha escala para aquisição de um distribuidor de calcário.

Em projetos maiores ou quando a propriedade já dispõe desse equipamento para uso em outras atividades, a distribuição deve ser realizada com esse equipamento.

Devido à textura arenosa do solo e para evitar excesso de pulverização de partículas, optou-se pela realização de duas subsolagens cruzadas com subsolador de 5 hastes. Para as duas subsolagens, obteve-se rendimento de 8 h/ha de trator de 75 cv (Figura 15).

Figura 15. Sulcador de cana-de-açúcar (A), marcação da linha mestra (B) e operação de sulcamento (C e D). Fonte: Eduardo Varejão, Faz. Barro Vermelho, Iaçú, BA.

Com o solo corrigido e preparado, foram abertos os sulcos de plantio. Para tanto, foi realizada a marcação do primeiro sulco, que serviu como guia ou linha mestra para os demais. Esse sulco guia e os demais foram feitos com sulcador canavieiro de uma linha, com profundidade central de 0,45 m e largura de 0,70 m. Para o sulcamento, obteve-se rendimento de 1,5 h/ha de trator 75 cv (Figura 16).

Figura 16. Calcareadeira de cocho (A), enchimento de adubo (B), distribuição no sulco (C e D). Autor: Eduardo Varejão, Faz. Barro Vermelho, Iaçú, BA.

5.2. Preparação dos sulcos de plantio na fazenda Barro Vermelho

Como os solos da região semiárida, em geral, são pobres em matéria orgânica, após o sulcamento foi realizada a distribuição de matéria orgânica, utilizando-se "esterco" (15 t/ha) e outra fonte de fertilizante a base de turfa (500 kg/ha) dentro do sulco com lançador de corretivos e matéria orgânica com capacidade de 2 m^3. Para cada distribuição, obteve-se rendimento de 1,5 h/ha de trator de 75 cv.

Após noventa dias foram distribuídos 800 kg/ha de hiperfosfato reativo em faixa de 1,8 m, com o sulco ao centro, usando implemento do tipo "calcareadeira de cocho". O rendimento dessa distribuição foi de 1,0 h/ha de trator 75 cv (Figuras 17).

Após a subsolagem para mistura dos adubos, foi passada uma grade niveladora, visando ao fechamento do sulco, sendo obtido o rendimento operacional de 1,0 h/ha de trator 75 cv (Figura 18).

Figura 17. Mistura do fosfato e aumento da profundidade (A e B). Autor: Eduardo Varejão, Faz. Barro Vermelho, Iaçú, BA.

Figura 18. Fechamento do sulco (A) e gradeamento (B). Autor: Eduardo Varejão, Faz. Barro Vermelho, Iaçú, BA.

6. PLANTIO DA BANANEIRA

Após o fechamento dos sulcos e posterior instalação do sistema de irrigação por gotejamento, composto por duas linhas por fileira de planta, foi iniciada a distribuição de mudas e o plantio da bananeira da variedade prata anã, usando mudas de rizoma, no espaçamento de 4 m x 2 m (Figura 19). Como forma de reduzir custos de implantação e aumentar a eficiência de uso da área foram plantadas manualmente duas plântulas de melancia entre as bananeiras com densidade final de 2.500 plantas/ha .

Figura 19. Distribuição e plantio de mudas de bananeira. Autor: Eduardo Varejão, Faz. Barro Vermelho, Iaçú, BA.

7. PLANTIO DO CACAUEIRO

O plantio do cacaueiro foi realizado cinco meses após o plantio da bananeira e feito manualmente com uma muda entre duas bananeiras nas fileiras de plantio, totalizando 1.250 plantas/ha (Figura 20).

Figura 20. Plantio de cacaueiro nas fileiras de bananeira (A) e aspecto do plantio com seis meses (B). Autor: José Basilio Leite, Faz. Ibacen, Juazeiro, BA.

As operações de plantio do cacaueiro podem ser totalmente mecanizadas e, nesse contexto, é possível implantar áreas usando tanto mudas obtidas por enxertia quanto por estaquia. Mudas produzidas em tubetes também podem ser

plantadas direto no campo ou transplantadas para sacos de polietileno, até completarem oito meses de idade, quando serão plantadas definitivamente com rendimento estimado de 20 a 25 ha/dia (SODRÉ, 2013).

A depender do solo, antes do plantio, deve ser feita subsolagem nas linhas de cacaueiros. Se não for preciso subsolar, pode-se realizar uma aração vertical pela primeira vez (roturação) de 40 a 60 cm de profundidade.

Existe um modelo de plantio de cacaueiros com máquinas, ainda em fase de teste, mas com resultados promissores e que consiste em fazer encanteiramento com 150 cm de largura, 30 a 40 cm de altura no centro do canteiro e espaçamento de 4,0 m entre linhas; no caso de irrigação por gotejamento faz-se a distribuição das mangueiras, aplicação de filme plástico como *mulching*; abertura da cova, liberação das mudas propagadas preferencialmente por estaquia em tubetes e realização do plantio mecanizado.

No ano de 2016, durante o II Workshop sobre Mecanização do Cacaueiro, realizado em Ilhéus, Bahia, foi feita a demonstração do plantio mecanizado do cacaueiro em área da Ceplac. Para essa exposição, usou-se um equipamento da empresa Mundo Novo Aliança, que foi adaptado com sucesso em outro equipamento de plantio de mudas de cafeeiro (Figura 21). Depois disso, outras empresas também o fizeram, demonstrando que em caso de grandes áreas, o plantio já pode ser realizado de forma mecanizada com plantadeiras. O rendimento da plantadeira é de 800 a 1200 mudas de cacau por hora.

Para facilitar a compreensão do plantio mecanizado do cacaueiro, a Figura 22 apresenta um desenho esquemático.

Figura 21. Máquinas utilizadas no primeiro plantio de mudas de cacaueiro mecanizado (A e B). Autor: José Basilio Leite, Ceplac-Cepec, Ilhéus, BA.

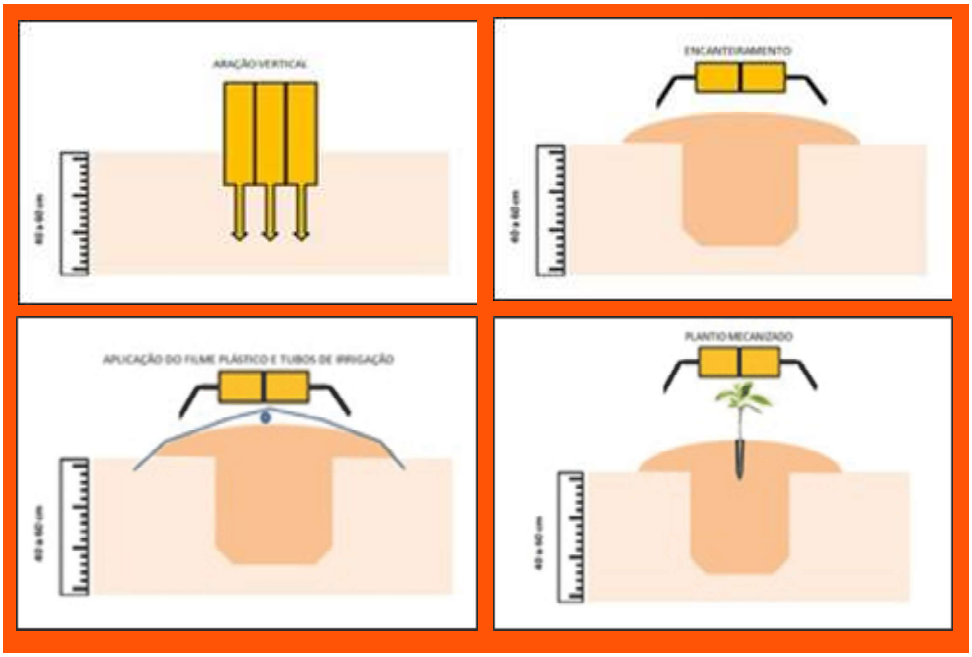


Figura 22. Desenho esquemático do plantio mecanizado do cacaueiro. Autor: José Basilio Leite, Ceplac.

8. TRATOS CULTURAIS NO CULTIVO MECANIZADO DO CACAUEIRO

8.1. Mecanização da poda

No manejo do cacaueiro, qualquer que seja a tecnologia empregada, haverá necessidade de poda. Esta prática destina-se a manter a planta individualizada em relação ao espaçamento adotado; ela deve ser realizada de dentro para fora das plantas, eliminando-se os ramos que se cruzam, mas sem deixar espaços que permitam a incidência excessiva de luz sobre o caule da planta, a fim de evitar o ressecamento do caule e dos frutos.

Quando a poda é realizada de forma excessiva, eliminam-se ramos produtivos e aumenta-se a frequência de lançamentos foliares, diminuindo a produção de frutos. Porém, na falta de poda, ocorre excesso de folhas e surgimento de chupões e "palmas d'água" ou "chupadeiras", que aumentam a competição na planta e entre plantas, deixando-as com altura acima do desejado e fora do espaço delimitado para cada cacaueiro.

Quando a poda é feita com equipamentos tratorizados é necessário fazer dois cortes. No primeiro é feita a individualização das plantas, quando as lâminas cortadoras retiram todos os ramos que estão em contato, com ou sem auto-sombreamento, visando abrir a área e permitir maior entrada de luz. No segundo

momento, o corte é feito no topo das plantas e objetiva reduzir a altura para no máximo 3 m , visando facilitar a colheita e outros tratos culturais (Figura 23A e B).

Figuras 23A e B. Poda mecanizada.
Autor: José Basilio Leite, Faz. Lembrance, Itabela, BA.

Apesar dos danos causados nos ramos das plantas, os primeiros resultados mostraram que a poda mecanizada apresenta rendimento equivalente a 25 homens por dia. Deve-se destacar que novos equipamentos estão sendo projetados para a poda, inclusive visando à aplicação de fungicidas no momento do corte, para evitar secamento de ramos e/ou infecção por patógenos.

Para a realização das operações de poda de formação (Figura 24), manutenção, desbrota e poda sanitária (retirada de vassouras e frutos doentes), também podem ser usadas tesouras de poda manual e eletromecânica. Esses equipamentos, apesar de menor rendimento em relação à poda tratorizada, permitem desempenho cerca de duas a três vezes superiores ao corte manual, geralmente feito com facões.

8.2. Controle de plantas invasoras

Plantas invasoras são representadas por espécies que crescem de forma descontrolada em áreas cultivadas com o cacaueiro, prejudicando a cultura nas fases de crescimento e produção. Elas concorrem na absorção de água e nutrientes do solo, algumas são hospedeiras de pragas e doenças, dificultam as práticas agrícolas e, como consequência, diminuem a produção (SERRA; SODRÉ, 2021).

Recomenda-se que o controle de plantas invasoras, tanto nas entrelinhas do plantio do cacaueiro quanto nas faixas de quebra-ventos, seja realizado com roçagem mecânica e/ou com uso de herbicidas (Figuras 25 e 26).

No sistema de mecanização do cultivo do cacaueiro, não se recomenda o controle manual de plantas invasoras, em virtude de esta prática ter custos elevados e exigir esforço físico acentuado dos trabalhadores.

Figura 24. Poda de formação, poda sanitária e de manutenção com equipamentos manuais e motorizados.
Autor: José Basilio Leite, Ceplac, Ilhéus e Fazenda Alegrias, Eunápolis, BA.

Figura 25. Roçadeiras costais motorizadas e tratorizadas. Autor: José Basilio Leite. Fazenda Chapadão, Nova Redenção, BA.

Figura 26. Pulverizadores costais elétricos e estacionários móveis.

Para aplicação de herbicidas, existem no mercado equipamentos do tipo costal elétrico que apresentam as seguintes vantagens: maior comodidade de aplicação, custos reduzidos e menores despesas com a manutenção de equipamentos.

8.3. Manejo de invasoras e restos culturais - trituração de resíduos

A trituração de resíduos é uma prática recomendada no modelo de mecanização do cultivo do cacaueiro, pois permite acelerar a mineralização do material orgânico na superfície do solo e contribuir para a fertilização das áreas, além de promover melhoria nas propriedades físicas dos solos (estrutura e retenção de água). Essa operação pode ser realizada com sopradores, sendo complementada com a desintegração de ramos e folhas ou com o uso da trincha florestal, acoplada ao trator (Figura 27).

A operação é realizada com auxílio de um triturador (trincha) devido à grande quantidade de resíduos culturais gerados pelas bananeiras e podas dos cacaueiros, nos primeiros três anos. O rendimento da trincha é de 2,0 h/t/ha.

Após a erradicação das bananeiras, deve-se usar exclusivamente uma roçadeira ecológica para manejo das plantas invasoras, devido ao maior rendimento em relação à trincha. O rendimento da roçadeira é de 0,6 h/t/ha.

Figura 27. Triturador (A), restos culturais, plantas invasoras (B e C) e área limpa (D). Autor: Eduardo Varejão, Faz. Barro Vermelho, Iaçú, BA.

8.4. Adubação em sistemas mecanizados de cultivo do cacaueiro

A adubação orgânica e mineral, em sistemas de produção mecanizada é feita através de distribuidores tratorizados (Figura 28); por sua vez, a fertirrigação é realizada via água de irrigação, usando tanques de solução estoque de nutrientes com controle automatizado, monitorada por sensores de solução de solo e conjuntos de tensiômetros interligados (Figura 29); e a adubação foliar é realizada usando atomizadores costais motorizados e/ou elétricos, e atomizadores tratorizados, semelhantes aos que se utilizam rotineiramente no cultivo do cafeeiro, citros e outras frutíferas (Figura 30).

Figura 28. Máquinas e equipamentos para preparo e distribuição de adubo orgânico sólido e líquido. Autor: José Basilio Leite. São Paulo.

Figura 29. Equipamentos e fertilizantes para preparo e distribuição de nutrientes via fertirrigação. Autor: José Basilio Leite, Costa do Marfim.

Figura 30. Adubação foliar com pulverizador costal motorizado em cacaueiro e tratorizados em cafeeiro. Autor: José Basilio Leite. Fazenda Álamo, Eunápolis, BA.

9. CONTROLE FITOSSANITÁRIO EM SISTEMAS MECANIZADOS DE CULTIVO DO CACAUEIRO

No que se refere às pragas no cultivo do cacaueiro, são realizadas sistematicamente três operações: controle de doenças; controle de pragas entomológicas; e tratamento de restos culturais, especialmente os casqueiros. Para estas operações, são utilizados atomizadores costais manuais motorizados e pulverizadores tratorizados (Figura 31).

Na Fazenda Barro Vermelho, por exemplo, as pulverizações de defensivos e adubações foliares são realizadas com auxílio de pulverizador de 2.000 litros, acionado por trator de 75 cv. O rendimento da pulverização é de 0,5 h/t/ha.

Figura 31. Máquinas para distribuição de fungicidas e inseticidas. Autor: Eduardo Varejão, Faz. Barro Vermelho, Iaçú, BA.

10. MECANIZAÇÃO DA PRÉ-COLHEITA, COLHEITA E PÓS-COLHEITA

10.1. Pré-colheita e Colheita

Os equipamentos para a pré-colheita ainda se encontram em fase de protótipo; entretanto, sabe-se que áreas com muito declive (>30 %) configuram-se como

entrave para as etapas de pré-colheita mecanizada, que são: limpeza da área por roçagem e sopro nas linhas de plantio.

Observações de campo mostram que as operações de pré-colheita poderão ser realizadas com roçadeiras e sopradores tratorizados (Figura 32).

A colheita é realizada manualmente com uso de tesouras, sendo os frutos transportados para a central de beneficiamento com uso de trator e carreta (Figura 33).

Figura 32. Roçadeira tratorizada e preparo para da área para colheita. Autor: José Basilio Leite. Faz. Chapadão, Nova Redenção, BA.

Figura 33. Colheita manual do cacau e transporte. Autor: José Basilio Leite, Faz. Álamo, Eunápolis, BA.

11. PÓS-COLHEITA: QUEBRA MECANIZADA E BENEFICIAMENTO DOS FRUTOS

11.1. Quebra no campo

Existe a opção de os frutos colhidos serem transportados para uma máquina extratora de semente móvel, acondicionada em trator ou veículo motorizado, que deixa as cascas picadas no campo. Quando se faz o aproveitamento da polpa e outros subprodutos do cacau em unidade agroindustrial, após a quebra, a casca deve ser encaminhada para a compostagem, enquanto as sementes extraídas devem ser levadas para o galpão de beneficiamento, onde serão fermentadas e secas (Figura 34).

Figura 34. Sistema de quebra e extração de sementes de cacau no campo. Autor: José Basilio Leite, Faz. Lagoa das Palminhas, Linhares, ES.

11.2. Quebra na usina

Os frutos colhidos e colocados na carreta, de forma manual ou por sucção, são transportados para a usina de beneficiamento. Na usina, os frutos são basculados para a máquina extratora de sementes, onde são quebrados, separando a casca das sementes. Por meio de esteiras, as sementes são transportadas para a unidade despolpadora, a fim de que seja retirado o excesso de polpa e de casca (Figura 35).

Figura 35. Sistema de quebra e extração de sementes em usina. Autor: José Basilio Leite, Faz. Lembrance, Itabela, BA.

Num segundo momento, as sementes são distribuídas em cochos de madeira unitários e móveis (Figura 36), nos quais se procede à fermentação. Deve-se destacar

Figura 36. Sistema de fermentação com cochos individuais com movimentação mecanizada. Autor: José Basilio Leite, Faz. Lembrance, Itabela, BA.

que durante a fermentação ocorre a morte do embrião e as sementes passam a ser denominadas de amêndoas de cacau.

As sementes permanecem nos cochos e, após as primeiras 48 horas, são movimentadas a cada 24 horas, usando equipamento constituído por unidade de movimentação mecânica motorizada e rosca sem fim. Nesta operação são realizadas de quatro a cinco movimentações, a fim de completar o processo de fermentação, que dura entre cinco e sete dias.

Após a fermentação, as amêndoas são conduzidas por carros manuais para um coletor com rosca sem fim, que, por sua vez, as transporta por meio de esteiras moto-mecânicas para a secagem, usando secadores rotativos movidos a energia elétrica, gás e/ou biomassa. Deve-se destacar que o processo de fermentação é determinante na qualidade das amêndoas e, por conseguinte, na qualidade final dos chocolates e derivados (MORORÓ, 2012).

Após a secagem, que dura em média 24 horas sob condições de temperatura entre 43 ºC e 48 ºC, as amêndoas atingem 6 a 8 % de umidade e seguem transportadas por esteiras para uma máquina separadora por densidade, a fim de retirar as impurezas, quando elas são separadas das cascas e outros resíduos. Após a "limpeza", as amêndoas são ensacadas em sacaria de 60 kg e enviadas para unidades industriais de fabricação de chocolates e derivados.

12. CONSIDERAÇÕES FINAIS

Nos últimos 20 anos, o Brasil tem importado mais de 30.000 t anuais de amêndoas de cacau para completar a demanda da indústria nacional. Estima-se que o esforço inicial para suprir o déficit interno com a produção nacional, requer a incorporação de pelo menos, 30.000 ha de novas plantações. Nesse contexto, a agricultura empresarial e a mecanização serão indispensáveis para acelerar o processo produtivo e encerrar o "ciclo de importação" de amêndoas de cacau.

A fim de evitar imprevistos e insucessos na atividade agropecuária, o empresário ou agricultor deve sempre atentar para as características do empreendimento, evitando problemas na implantação e na tomada de decisões relativas ao investimento na cacauicultura. No Quadro 1 são sumarizados e apresentados o conjunto de oportunidades/vantagens, certezas/estratégias e riscos/pontos críticos da mecanização do cultivo do cacaueiro.

Quadro 1. Características do agronegócio: cultivo do cacaueiro com mecanização

Oportunidades/ Vantagens	Certezas/ Estratégias	Riscos/Pontos críticos
Melhor controle de pragas, doenças e plantas invasoras	Alta produtividade.	Necessidade de mão de obra tecnificada
Mercado para outros cultivos associados	Implantação custeada por culturas temporárias como banana e mamão	Produtores ainda não estimulados com o cacau
Áreas disponíveis	Qualidade do produto e possibilidade de cacau fino	Empresários conhecem pouco o agronegócio cacau
Produto com crescimento anual de demanda	Disponibilidade de tecnologia de produção	Custo da mecanização agrícola e fertirrigação
Possibilidade de rastreabilidade e certificações	Inserção em programas de boas práticas agrícolas	Dificuldade de acesso ao crédito agrícola

Adaptado de Leite e Sodré, 2017.
Fonte: CEPLAC

13. REFERÊNCIAS

ALMEIDA, H. A. **Evapotranspiração, balanço hídrico e modelo de estimativa de produção de cacau (*Theobroma cacao* L.) em função da disponibilidade de água no solo e energia.** 1997. Tese (Doutorado) – UNESP, Jaboticabal, 1997.

DICSBALIS, Y. et al. **Producing cocoa in northern Australian. Queensland: Rural Industries Research and Development Corporation,** 2010. 306 p. (Publication 09/092).

HUI, L. C. Cultivo Intensivo do Cacaueiro – Study case I – Malásia. In: CONGRESSO BRASILEIRO DO CACAU**,** 3., 2012, Ilhéus. **Anais** […] Ilhéus: CEPLAC, 2012. p. 18. CD-ROM.

INSTITUTO BRASILEIRO DE GEOGRAFIA E ESTATÍSTICA – IBGE. **Estatística da produção agrícola.** Brasília: IBGE, março de 1975. 73 p. Disponível em: ftp://ftp.ibge.gov.br/Producao_Agricola/Fasciculo_Indicadores_IBGE/estProdAgr_201503.pdf. Acesso em: 15 dez. 2016.

LEITE, J. B. V. et al. Comportamento produtivo de cacau no semiárido do Brasil. **Agrotrópica,** Ilhéus, Bahia: Ceplac, v. 24, p. 85-90, 2012.

LEITE, J. B. V; SODRÉ, G. A. Cultivo intensivo do cacaueiro. In: CONGRESSO BRASILEIRO DO CACAU, 3., 2012, Ilhéus. **Anais** […] Ilhéus, Bahia: Ceplac, 2012. p. 20. CD- ROM.

LOPES, U. V. et al. Cacao breeding in Bahia, Brazil - strategies and results. **Crop Breeding and Applied Biotechnology,** v. 11, p. 73-81, 2011.

MORORÓ, R. C. Aproveitamento dos derivados, subprodutos e resíduos do cacau. In: VALLE, R. R. (Ed). **Ciência, tecnologia e manejo do cacaueiro.** Ilhéus, Bahia: Ceplac/Cepec, 2012. p. 596-672.

SIQUEIRA, P. R.; SENA GOMES, A.; DIAS, L. A.; SOUZA, C. A. S. Efeito da irrigação na produtividade do cacaueiro (*Theobroma cacao* L.) em Linhares, ES, Brasil. 12th International Cocoa Research Conference. **Proceedings** […] Salvador, Bahia, Brasil: OICC, 1996. p. 867-877.

SODRÉ, G. A. Formação de mudas de cacaueiro, onde nasce a boa cacauicultora. **Boletim Técnico,** Ilhéus, Bahia: Ceplac/Cepec, n. 202, 47 p., 2013.

YAMASHITA, L. M. R. **Mecanização agrícola.** Manaus: Instituto Federal Amazonas, 2010. Disponível em: http://www.fpr.edu.br/pronatec/wp-content/uploads2013/06/Mecanizacao_Agricola.pdf. Acesso em: 03 outubro. 2013.

CAPÍTULO 14

Polinização do Cacaueiro

POLINIZAÇÃO DO CACAUEIRO

Kazuiyuki Nakayama, Ivan Costa e Souza

1. INTRODUÇÃO

O baixo índice de polinização natural e fértil é uma das causas que compromete a produtividade do cacaueiro. A resolução deste problema se constitui numa oportunidade para o incremento na produção de frutos, tanto pela manipulação de insetos polinizadores, como pelo emprego da polinização manual ou com sopro, utilizando máquinas.

A importância econômica da polinização da flor do cacaueiro no sistema de produção de cacau pode ser sintetizada na seguinte afirmação: "cada polinização fértil e frutífera equivale ao incremento de 40 gramas de amêndoas de cacau seca na produtividade da planta". Esta mensagem mostra a importância do emprego da polinização artificial como uma técnica que permite o aumento da produção e da renda do cacauicultor, e possibilita a definição de estratégias para a manipulação do período mais adequada à colheita.

As técnicas de polinização se baseiam no entendimento da ação de agentes físicos e biológicos e os impactos que causam sobre a autopolinização e frutificação do cacaueiro. Diante disso, considera-se importante o emprego dessas tecnologias com o propósito de incrementar a frequência de polinização fértil e frutífera do cacaueiro. Este capítulo apresenta tecnologias alternativas sobre a polinização artificial do cacaueiro, tendo em vista a necessidade de melhorar a efetividade da polinização.

2. A POLINIZAÇÃO NATURAL NO CACAUEIRO

O cacaueiro é uma planta cauliflora, na qual os botões florais emergem em almofadas florais, no tronco e em ramos plagiotrópicos. Estes botões desenvolvem-se onde estava fixado um pecíolo foliar que foi abortado. As flores são hermafroditas e homógamas, e possuem a seguinte constituição: cinco sépalas proeminentes de cor rosa, cinco pétalas pequenas amareladas, cinco estaminoides em forma de espiral, um conjunto espiralado de cinco estames duplos e um pistilo, cujo ovário possui cinco lojas.

Esta estrutura floral representa uma barreira física para a polinização natural (VELLO; NASCIMENTO, 1966), uma vez que os órgãos reprodutivos, antera e estigma, estão separados pelos estaminoides e pela concha petaloide. O estigma está protegido por cinco estaminoides circundantes, enquanto que as anteras (órgãos masculinos) ficam protegidas por formações recurvadas das pétalas, denominadas de concha (CUATRECASAS, 1964). Além disso, a polinização anemófila natural,

na maioria dos genótipos, é dificultada pela natureza pegajosa do pólen que impede a sua dispersão pelo vento. Por isso, é necessário que um agente polinizador remova a massa de pólen das anteras e a deposite no estigma da mesma flor, em outra flor da mesma planta ou outra flor de outra planta (SORIA, 1975).

3. INCOMPATIBILIDADE GAMÉTICA

A polinização fértil do cacaueiro é limitada pela incompatibilidade gamética, a qual pode induzir a polinização infértil. Esse fenômeno é uma herança genética governada por cinco genes alelos S carregados pelos gametas masculino e feminino, que determinam a viabilidade da fusão dos núcleos dos gametas masculinos (pólen) e femininos (óvulos no ovário). Em função da incompatibilidade gamética nos cacauais, ocorrem genótipos autocompatíveis e autoincompatíveis. O genótipo autocompatível é fertilizador e doador de pólen. Os genótipos autoincompatíveis entre si, podem ser intercompatíveis ou interincompatíveis (POUND,1935b; POUND, 1935c).

O genótipo autocompatível pode ser fertilizado por autopolinização ou polinização cruzada, mas o autoincompatível é fertilizado, exclusivamente por polinização cruzada. Isto é, o pólen precisa proceder de outra planta intercompatível.

A incompatibilidade gamética, portanto, determina a necessidade da ocorrência de um agente polinizador que realize a polinização cruzada para garantir o desenvolvimento evolutivo do cacaueiro.

4. OS POLINIZADORES COMPLETOS E EFETIVOS DO CACAUEIRO

As espécies *Forcipomyia spatulifera* Saunders, 1956 (Ceratopogonidae: Díptera) e *Forcipomyia blantoni* Soria & Bystrak, 1978 (Ceratopogonidae: Díptera) (Figura 1), tipos de moscas presentes nas regiões cacauicultoras brasileiras, têm a capacidade de realizar, concomitantemente, a auto-polinização e a polinização cruzada, que são dois tipos de polinização fértil.

Estas espécies, impelidas pela necessidade de se alimentar, se movimentam em busca de micronectários florais e invadem os interiores das conchas. Ao transitarem, comprimidas entre a concha e a antera, elas

Figura 1. Fêmea (antena flagelada) e dois machos (antena plumosa) de *Forcipomyia blantoni*. Foto: Kazuiyuki Nakayama, 2006.

adquirem e transportam, especialmente nos pelos da região dorsonotal do tórax, uma massa polínica com mais de 350 grãos de pólen que garante elevada efetividade polinizadora e fertilizadora.

Quando as moscas saem da concha, elas se deslocam longitudinalmente nas faces interiores dos estaminódios, quando transferem a massa polínica para o estigma (Figura 2). Em função da quantidade de pólen contida na massa polínica, estas moscas são reconhecidas como as únicas espécies de insetos polinizadores capazes de realizar a polinização fértil cruzada entre dois cacaueiros autoincompatíveis/Intercompatíveis mesmo que estejam afastados até quarenta metros um do outro. Devido a esta alta efetividade polinizadora estas moscas despertam grande interesse em estudos da evolução natural do cacaueiro (HERNANDEZ-B, 1965; SORIA, 1970; SORIA; WIRTH, 1975). (HERNANDEZ-B, 1965; SORIA, 1970; SORIA e WIRTH, 1975).

O ciclo biológico das moscas *F. spatulifera* e *F. blantoni* exibe as fases de ovo, larva, pupa e adulto. Em laboratório, estudos biológicos de *F. blantoni* demonstraram que: i) a fêmea põe 45 ovos durante sua vida; ii) o período de incubação dos ovos é de quatro dias; iii) os estágios de larva e pupa são completados em 17 dias; iv) o ciclo biológico completo é de 21 dias, aproximadamente.

As fases de ovo, larva e pupa desenvolvem-se na serapilheira e em epífitas, sobre a matéria vegetal em decomposição e em presença de alto conteúdo de água e umidade (WINDER; SILVA, 1972; WINDER, 1977b; SORIA, WIRTH e BESEMER, 1978; WIRTH; SORIA, 1974; NAKAYAMA, 2010).

Estudos da dinâmica populacional demonstram que as populações das moscas polinizadoras dependem de chuva e alta umidade ao nível da serapilheira. As populações são afetadas pelas temperaturas baixas do outono e inverno. Na região cacaueira baiana foi demonstrado que a população de *Forcipomyia* sp. é baixa na primavera e muito baixa no verão. No outono, ela se eleva, atingindo densidade máxima no início do inverno (SORIA; ABREU, 1976).

Nas Américas Central e do Sul, outras moscas foram descritas como agentes polinizadores do cacaueiro. Na Costa Rica, são citadas a *Forcipomyia*

Figura 2. Massa de pólen (seta amarela) aderida ao estigma depositada por *Forcipomyia* spp.
Foto: Hernandez-B. J, 1965.

youngi Wirth, 1982 e a *Forcipomyia quatei* Wirth, 1952, segundo Young (1983), e os cecidomídeos *Clinodiplosis* sp.1 e *Mycodiplosis* sp.1 (Díptera: Cecidomyiidae), Young, (1985).

Entre os ceratopogonídeos foi relatada uma ampla riqueza de espécies polinizadoras. Em San Salvador foram relacionadas doze espécies de *Ceratopogonidae,* pertencentes aos gêneros *Forcipomyia* e *Dasyhelea* (Perez, 2018). Estes resultados precisam ser analisados com cautela, tendo em vista que o autor não descreveu os hábitos e nem mensurou as efetividades polinizadoras, auto e cruzada, das espécies de moscas observadas.

4.1. Práticas fitotécnicas promotoras das populações das moscas *Forcipomyia* spp.

Os cacauais seminais, em geral, são produtivos quando estabelecidos em regiões tropicais altamente úmidas. A partir dos anos 1960-70, no Brasil, sob os climas tropical e temperado, os cacauais seminais foram experimentados e implantados em regiões de pluviometrias mais baixas, menores que 1400 mm e/ou com ocorrência de estações secas e estiagens, prolongadas e definidas. Nestas condições pluviométricas, a frutificação e a produtividade dos cacauais seminais são fortemente limitadas pelos déficits populacionais das mosquinhas polinizadoras. Esta carência de polinização foi, parcialmente, resolvida pelo desenvolvimento de variedades autocompatíveis que incorporaram ao sistema de produção os benefícios gerados pelos insetos que só realizam autopolinização, como os pulgões (NAKAYAMA, 2023). Apesar deste avanço, nas regiões de alta pluviometria e em regiões agrícolas com estações muito secas ou excessivamente chuvosas, ainda tem sido observados déficits de polinização em cacauais seminais e clonais, indicativos de carência populacional dos principais polinizadores naturais.

As principais práticas fitotécnias promotoras das populações de *Forcipomyia* spp. são descritas a seguir:

1 - Em cacauais com irrigação localizada e abundância de água, empregar a microaspersão para favorecer a decomposição da serapilheira e dos restos das herbáceas invasoras, a fim de incrementar o desenvolvimento de sítios reprodutivos de *Forcipomya* spp; além disso, em relação ao gotejamento, a microaspersão irriga um maior volume de solo e raiz, diminuindo a probabilidade de déficit hídrico e abortamento do bilro formado.

2 - Em cacauais a pleno sol, bate folha ou cabruca com falhas, recomenda-se manejar a vegetação herbácea invasora, mediante roçagens mecânicas a intervalos de quatro meses, em épocas coincidentes com o período de déficit de moscas polinizadoras, porque a matéria vegetal em decomposição incrementará a quantidade de sítios de multiplicação.

3 - A fim de estabelecer sítios criatórios de *Forcipomyia* spp. em épocas de déficit populacional ou de frutificação e produção, recomenda-se cultivar bananeiras nos bordos das quadras e utilizar o pseudocaule e folhas

4 - Recomenda-se também distribuir as cascas dos frutos colhidos, sadios e sem pragas, dentro do cacaual, a fim de aumentar os sítios criatórios.

5 - Nos períodos de frutificação ou com déficit de moscas polinizadoras deve-se evitar a pulverização de inseticidas sintéticos

5. OS INSETOS AUTOPOLINIZADORES DO CACAUEIRO

Os pulgões foram os primeiros insetos relacionados como autopolinizadores e fertilizadores da flor do cacaueiro (WRIGHT, 1907). Contudo, nas primeiras décadas do século XX, muitas dúvidas sobre a capacidade polinizadora dos afídeos foram geradas, em função da descoberta dos genótipos autoincompatíveis (incompatibilidade gamética), Pound, (1935b, 1935c) e da ocorrência frequente da associação biológica formiga e pulgão na flor do cacaueiro.

A incompatibilidade gamética gera a auto e a inter incompatibilidade gamética condicionando que alguns genótipos se reproduzam, somente, por polinização cruzada, reduzindo a frequência da polinização fértil, COPE, (1940).

A riqueza de espécie de inseto relacionada com a polinização cruzada é baixa. De fato, em Trinidad, a polinização cruzada fértil entre genótipos intercompatíveis-autoincompatíveis de cacau foi demonstrada ser realizada, exclusivamente, pelas moscas ceratopogonídeos *Forcipomyia* spp, Billes, (1941, 1942). Posteriormente, na Costa Rica, a polinização cruzada realizada pelas *Forcipomya* spp foi confirmada por Hernandez-B, (1965) e no Brasil foi confirmada por Soria e Wirth, (1974); Soria e Bystrak, (1975).

Autopolinização fértil em genótipo autocompatível, por sua vez, pode ser realizada por maior riqueza de espécies. Os insetos citados como capazes de realizarem a autopolinização fértil em genótipos autocompatíveis são as moscas *Forcipomyia* spp, Billes, (1941, 1942); Hernandez-B, (1965); Soria, (1974); as moscas Cecidomidadae, Young, (1983); os pulgões e tripes, Billes, (1941); Hernandez-B, (1965).

O tripes (*F. parvula)* é considerado de baixa efetividade autopolinizadora (BILLES, 1941, HERNANDEZ-B, 1965). Por contribuírem com a dispersão e colonização dos pulgões nas almofadas florais da planta, as formigas associadas aos pulgões são consideradas importantes ajudantes da autopolinização, mas por não apresentarem, na flor, comportamento de forreageamento e morfologia corporal compatíveis com a captação de pólen então elas são consideradas ineficazes na autopolinização do cacaueiro,

podendo realizar ocasionais autopolinizações férteis (BILLES, 1941; HERNANDEZ-B, 1965).

Por sua vez, os pulgões, *Aphis gossypii* (Glover, 1877) e *Aphis* (toxoptera) *aurantii* (Boyer de Fonscolombe, 1841) são considerados eficazes autopolinizadores, em genótipos autocompatíveis (WRIGHT, 1907, COPE, 1940; BILLES, 1941, 1942; HERNANDEZ-B, 1965, NAKAYAMA, 2023).

Nos cacauais do extremo sul baiano, o pulgão mais frequente tem sido *A. gossypii* e o menos encontrado, o *A. aurantii*. Comumente, *A. gossypii* é denominado de pulgão do algodoeiro e *A. aurantii* é chamado de pulgão preto dos citros. No cacaueiro, a cor do *A. aurantii* varia entre o marrom claro até o marrom escuro (Figura 3). Nas fêmeas aladas, a região costa-apical da asa anterior, exibe uma faixa longitudinal preta e a nervura media se bifurca somente na extensão distal, muito próxima à margem alar. A cor de *A. gossypii* varia entre o verde claro até o verde escuro, às vezes, mosqueado (Figura 4).

Na fêmea alada, a região costa-apical da asa anterior exibe uma faixa longitudinal, discretamente lignificada e a nervura média se bifurca a partir de 3/4 da sua extensão.

Figura 3. Fêmeas aladas e ápteras de *Aphis aurantii* (Boyer, 1841) sobre o pedicelo e as sépalas do botão floral de cacaueiro. Foto: Kazuiyuki Nakayama, 2018.

Figura 4. *Aphis gosypii* (Glover 1877) - pulgão no interior da concha sobre a antera e os estaminódios impedindo que os insetos alcancem o estigma.

No cacaueiro adulto, os pulgões colonizam os lançamentos foliares de ramos plagiotrópicos ou ortotrópicos (chupões ou brotos basais). As fêmeas aladas ou fêmeas ápteras, transportadas por formigas, colonizam a gema vegetativa desde o início do influxo foliar, alimentando-se nas folhas juvenis por trinta dias, aproximadamente. Depois, quando as folhas jovens amadurecem, elas lignificam, tornando-se inadequadas para os pulgões.

A. gossypii coloniza inteiramente as folhas em desenvolvimento, contudo, no limbo foliar, não se observam deformidade e enrugamentos intensos, redução no tamanho da folha, abortamento de folha ou qualquer outro tipo de dano morfológico às folhas atacadas por afídeos.

Folhas juvenis com pulgões em ramos marcados apresentam longevidade igual às observadas nas folhas sem ataque de pulgões. A seiva sugada e extraída das folhas juvenis pelos pulgões representa o principal dano econômico que ainda não foi avaliado.

Nas almofadas florais em florescência, os botões são colonizados por fêmeas ápteras transportadas por formigas ou fêmeas aladas. No início, os primeiros indivíduos se estabelecem no pedicelo do botão floral, estrutura que possui maior intensidade de fluxo de seiva elaborada. A população de pulgões, reproduzindo-se por viviparidade, é incrementada na taxa de cinco ninfas por dia, sendo que e os novos indivíduos colonizam as sépalas antes mesmo da antese (Figura 3). Depois da antese, o incremento na densidade populacional dos insetos gera competição por espaço e as fêmeas ápteras são obrigadas a se dispersarem. Neste estágio, as ninfas ápteras forrageiam, repousam ou mudam de tegumento sobre pétalas e sépalas.

As fêmeas, ao caminharem pela flor, passam comprimidas entre a concha e a antera. No interior da concha, as ninfas casualmente caminham sobre a antera. Assim, elas se contaminam com pólens que podem ser transferidos para o estigma, quando as ninfas caminharem sobre eles ou sobre os estaminódios.

É improvável que as fêmeas aladas do *A. gossypii* realizem a polinização cruzada porque o tamanho das fêmeas e suas asas dificultam o ingresso no interior da concha da pétala (Figura 4). Decorridas 36 a 72 horas após a deposição do pólen, o ápice do estigma se mostra escurecido em função do crescimento dos tubos polínicos, as sépalas se mostram bastantes inchadas e as pétalas dão fortes sinais de murcha (Figura 5).

Numa almofada floral grande, que gera florescência mais longeva e maior número de botões florais, após o pulgão colonizar o primeiro botão floral, há um incremento populacional, expansão da colônia e colonização de novos botões florais. Assim, após a antese, várias flores próximas podem ser polinizadas, formando um aglomerado de bilros como mostra a Figura 6. Com o crescimento dos bilros, este aglomerado de frutos se notabiliza por apresentar uma grande uniformidade de tamanho, desenvolvimento e maturação.

Frequentemente, estas frutificações formam pencas de dois, três ou mais frutos de idênticos tamanhos, conforme mostram as Figuras 7 e 8. Desse modo, é possível afirmar que a polinização por afídeos pode reduzir o custo e o número de colheitas.

Figura 5. Flor com pulgões sobre o ovário, lígula e no interior da concha; grãos de pólen sobre os estaminoides; estigma "queimado" pelo desenvolvimento de tubos polínicos.
Foto: Kazuiyuki Nakayama, 2016.

Figura 6. Aglomerado ou "penca" de bilros (seta vermelha) com tamanho e idades próximas, produzidos por autopolinizações de *Aphis gossypii*.
Foto: Kazuiyuki Nakayama, 2016.

Figura 7. "Penca" ou aglomerado de frutos gerados por autopolinizações de *A. gossypii*.
Foto: Kazuiyuki Nakayama, 2016.

Figura 8. Frutificação uniforma em idades e tamanhos dos frutos gerados por autopolinização do pulgão *A. gossypii*.
Foto: Kazuiyuki Nakayama, 2016.

Visando transformar a capacidade polinizadora dos pulgões em uma prática fitotécnica e incorporá-la ao sistema de produção de cacau, entre 2018 e 2021, Nakayama (2023) avaliou a efetividade polinizadora dos afídeos e aperfeiçoou uma técnica de infestação artificial de pulgões em cacaueiro.

No início do experimento, cacaueiros do clone PS1319 foram examinados no período de floração, sendo confirmado que estavam totalmente livres de pulgões, tripes e outros agentes polinizadores. No segundo passo, fez-se a remoção da totalidade de flores abertas, flores recém-polinizadas, bilros e frutos em cada cacaueiro.

Na terceira etapa, a fim de isolar e proteger contra insetos, cada cacaueiro foi inteiramente coberto com uma tenda de organza de nylon branca, sustentada por quatro estacas.

Na quarta etapa, os cacaueiros individualizados e isolados foram infestados com quantidades distintas e crescentes de folhas contendo colônia de pelo menos 70 pulgões. Com alfinetes, as folhas foram fixadas aos ramos com as faces contendo as colônias de fêmeas sobre as almofadas florais.

Como testemunha, adotando os mesmos critérios e procedimentos usados na planta com tenda, e para cada planta protegida no mesmo dia, foi replicado um cacaueiro sem tenda, o qual ficou exposto aos insetos polinizadores que ocorriam naturalmente no cacaual.

Decorridos entre 60 a 70 dias depois da adição das folhas com colônias de pulgões, a intensidade de autopolinização foi quantificada através dos bilros assentados.

Os resultados da pesquisa confirmaram que o pulgão *Aphis gossypi* gerou polinização fértil no cacaueiro autocompatível conforme a equação y = 6,887x + 11,325, onde y = número de flor autopolinizada com bilro formado e x = quantidade

de folha com colônias de pulões (entre 50 a 120 indivíduos/folha) adicionada por planta, conforme mostra a Figura 9. O tratamento testemunha (sem adição de folhas), cacaueiros polinizados pelas populações naturais de polinizadores (*Forcipomyia* sp, pulgões e outros polinizadores), produziram a média 11,9 bilros/planta (Figura 9) contra a média de 67 frutos das plantas protegidas. A diferença de 55 bilros na intensidade de frutificação é devida, principalmente, à diferença entre as densidades das populações de afídeos dos tratamentos, que está relacionada com os inimigos naturais dos pulgões. Nas plantas da testemunha, as populações de afídeos foram mantidas baixas, possível e principalmente, pela ação dos inimigos naturais, uma vez que os pulgões são predados, parasitados e controlados por inúmeros grupos de inimigos naturais entre os quais se destacam as larvas de joaninhas, crisopídeos, sirfídeos, vespas parasitoides e micro aranhas, Sujii et al (2005), Silva; Perfecto 2013).

A pesquisa permitiu concluir que os pulgões *A. gossypii* e *A. aurantii* devem ser incorporados como recursos fitotécnicos estratégicos, visando incrementar da produtividade do cacaueiro, principalmente em regiões e estações do ano onde haja déficits populacionais de moscas polinizadoras.

Como recurso agroecológico e fitotécnico, os pulgões polinizadores terão mais sucesso se incorporados em sistemas de plantio e produção de cacau que favoreçam a sobrevivência das suas populações ou que desfavoreçam a elevação das populações dos seus inimigos naturais.

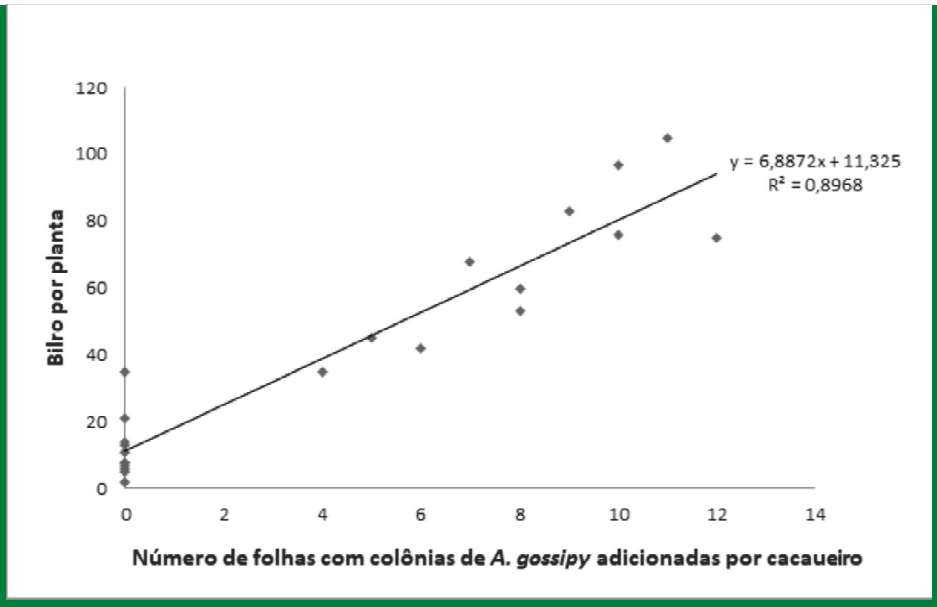


Figura 9 - Resposta da polinização e bilração da variedade PS1319, protegido por tenda de organza, à adição de colônias do pulgão *Aphis gossypii* (Nakayama, 2023).

6. PRÁTICAS FITOTÉCNICAS PROMOTORAS DO CRESCIMENTO DAS POPULAÇÕES DOS PULGÕES POLINIZADORES

1 - No período de floração plena, coletar e transferir folhas com colônias de pulgões saudáveis, não parasitados por vespas parasitoides e sem larvas de predadores; a face das folhas contendo os pulgões, deve ser fixada sobre a almofada floral em florescimento.

2 - Não aplicar defensivos sintéticos quando forem observadas populações de pulgões em elevação nos cacaueiros; caso necessário, utilizar inseticidas biológicos ou inseticidas inócuos contra afídeos.

3 - Manter as plantas herbáceas que hospedam A. *gossypii* ou A. *aurantii*, nos carreadores localizados entre as linhas de plantio e as falhas de cacaueiros; controlar estas herbáceas, realizando roçagens mecânicas a intervalos de quatro meses, a fim de promover o aumento populacional das moscas das espécies do gênero *Forcipomyia.*

7. POLINIZAÇÃO ARTIFICIAL DO CACAUEIRO

O baixo índice de polinização natural é um fator limitante para atingir alta produtividade nos cacauais de vários países da América do Sul (HERNANDEZ-B,1965; SORIA, 1970). Nos cacauais seminais da região cacaueira da Bahia, nos quais predominavam misturas genotípicas hibridas com elevado percentual de plantas autoincompatíveis, a frequência de polinização frutífera era inferior a 4% nos períodos de maior floração (WINDER; SILVA, 1972). Para incrementar a polinização fértil, tecnologias de polinização artificial estão sendo aperfeiçoadas com destaque. Ao longo das últimas décadas, as que mais se destacaram foram a polinização manual e a polinização ventilada.

8. POLINIZAÇÃO MANUAL DA FLOR DO CACAUEIRO

A tecnologia de polinização manual da flor do cacaueiro foi desenvolvida a partir das pesquisas de incompatibilidade gamética, inseridas nos programas de melhoramento do cacaueiro e nas pesquisas sobre polinização.

Quando o preço da amêndoa de cacau seca é compensador, a polinização manual tem sido utilizada nas épocas críticas do ano, nas regiões onde ocorrem déficits de polinização e polinizadores.

No primeiro relato sobre polinização manual do cacaueiro reporta-se que o polinizador empregou uma pena para remoção do pólen da antera e aplicação no estigma. A técnica permitiu alcançar um índice de 80% de flores polinizadas e somente 5,6% de assentamento de bilro, onze dias após a polinização (STAHEL,1928).

Na América Central, Voelcker (1936, 1941), desenvolvendo estudos sobre incompatibilidade e melhoramento do cacaueiro, empregou um método que consistia em cobrir o botão floral maduro com uma tampa de caixa de fósforos, fixando uma das aberturas da tampa ao ramo com cera de abelha e vedando a abertura oposta com uma gaze fina. Na manhã do outro dia, após a antese, um ou dois estames eram aplicados diretamente no estigma. Esta técnica possibilitou a polinização de 86 % das flores, com somente 27% de assentamento de bilro.

No Brasil, Carleto (1946) utilizou tubos de vidro de 5,5 x 3,0 cm, para cobrir o botão floral maduro e fechado, fixando o mesmo ao ramo com cera de abelha e vedando a extremidade oposta com tela. Após a antese, dois estaminódios eram eliminados e a polinização era realizada escovando-se uma ou duas anteras contra o estigma. Esta técnica foi aplicada em 213 flores autopolinizadas, resultando em 70,4% de frutos assentados, enquanto em 31 flores de polinização cruzada, resultou em 45,1% de frutos assentados. Posteriormente, estas técnicas de polinização manual da flor do cacaueiro foram adaptadas para serem utilizadas em áreas de produção.

8.1. Vantagens e desvantagens da polinização manual

8.1.1. Principais vantagens da polinização manual

- Aumentar a produtividade do cacaueiro.
- Uniformizar a idade dos frutos, contribuindo apara a redução das despesas e otimização do número de colheitas por ano.
- Intensificar a bilração em épocas do ano com baixa incidência de pragas e doenças.
- Aumentar o rendimento da estrutura de beneficiamento e secagem.
- Racionalizar o aproveitamento da mão de obra da fazenda.

8.1.2. Desvantagens da polinização manual

- Forte dependência do preço da amêndoa seca.
- Rendimento do polinizador: a polinização manual depende da habilidade, comprometimento e capacidade física do polinizador, cuja amplitude de rendimento varia de 200 a 550 flores polinizadas por dia. Para garantir o máximo benefício/custo da polinização manual é preciso levar em conta os demais fatores.
- Dependência do tipo e condições de uso do equipamento.

8.2. Condições para uma econômica e efetiva polinização manual

1 - Garantir a compatibilidade gamética entre variedades doadoras e receptoras do pólen, utilizando sempre variedades autocompatíveis como doadoras de pólen, entre as quais destacam-se: CCN 51, PH 16, PS 1319, BN 34, SJ 02, CEPEC 2002, CP 2176, CP 2204. Como plantas receptoras de pólen, selecionar variedades produtoras de amêndoas grandes e pesadas, exemplificadas a seguir: CCN 10, CCN 51, CP 2204 e PS1319.

2 - Na seleção das plantas receptoras de pólen, escolher plantas com elevada capacidade de floração e baixa carga frutífera, a fim de evitar competição entre frutos de idades diferentes, que causam peco dos bilros.

3 - Assegurar bom estado hídrico e nutricional das plantas fornecedoras de pólen e daquelas que serão polinizadas. A polinização realizada em períodos com alta probabilidade de estiagens, pode desperdiçar o esforço empreendido, em função do peco de bilros.

4 - Verificar se o benefício/custo dessa prática é compensador nas condições de preço do cacau no mercado.

5 - Assegurar a qualidade fisiológica da flor doadora de pólen, através da coleta e utilização de flores não polinizadas e de antese recente.

6 - Na aplicação da técnica na região cacaueira da Bahia, priorizar o período de novembro a abril, que é a época mais adequada para a polinização manual do cacaueiro.

8.3. Material empregado na polinização manual

1 - Caixa de isopor com tampa, alça e com as seguinte dimensões: altura (12,5 cm) x largura (14,5 cm) x comprimento (20,5cm) capacidade volumétrica de 2,0 litros.

2 - Pinça de ponta fina, em aço inox, de 12 cm de comprimento;

3 - Lanterna de cabeça, recarregável, modelo profissional com três lâmpadas leds. A lanterna favorece a visualização do estigma em micro-habitats sombrios.

8.4. Passo a passo na polinização manual

1 - Selecionar as quadras mais próximas da sede da fazenda.

2 - Na véspera do dia da polinização, selecionar e marcar as plantas doadoras de flores e pólen no período vespertino, entre às 14 e 17 horas. Remover as flores abertas presentes nos ramos doadores de flores e pólen.

3 - Na véspera do dia da polinização, selecionar as plantas receptoras de pólen no período vespertino. Remover as flores abertas presentes nos ramos receptores da polinização, preferencialmente nas regiões dos ramos situados entre 1,30 e 1,60 metros de altura. Evitar remover bilros e flores já polinizadas, as quais apresentam o estigma enegrecido (queimado).

4 - Nas plantas marcadas e doadoras de flor coletar flores no período entre 7:00 e 9:00 horas da manhã e armazenar em sacos de papel; flores que se destacarem com facilidade, devem ser descartadas.

5 - Expor ao sol as sacolas de papel contendo flores, por um período de 45 minutos.

6 - Retornar as plantas e ramos marcados na véspera e localizar as flores receptoras de pólen, que estejam na fase de antese.

7 - Remover as pétalas e conchas da flor doadora de pólen (figura 10).

8 - Remover dois estaminoides da flor receptora de pólen (Figura 11).

9 - Com uma pinça de ponta fina, extrair uma antera da flor doadora de pólen (Figura 12).

10 - Na flor receptora sem os dois estaminoides, friccionar levemente a antera presa na pinça contra e ao longo do estigma (Figura 13).

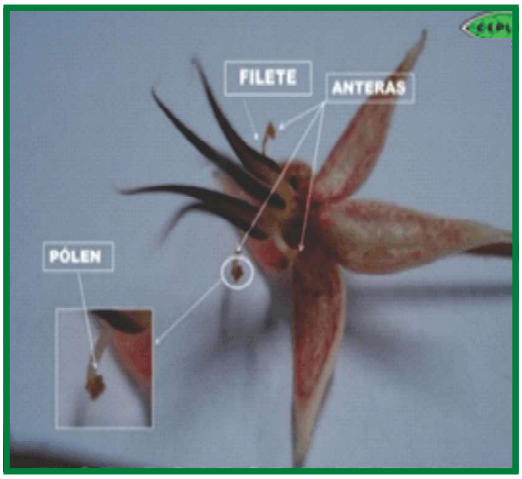


Figura 10. Flor do cacaueiro doadora do pólen desprovida das conchas petaloides e anteras expostas.

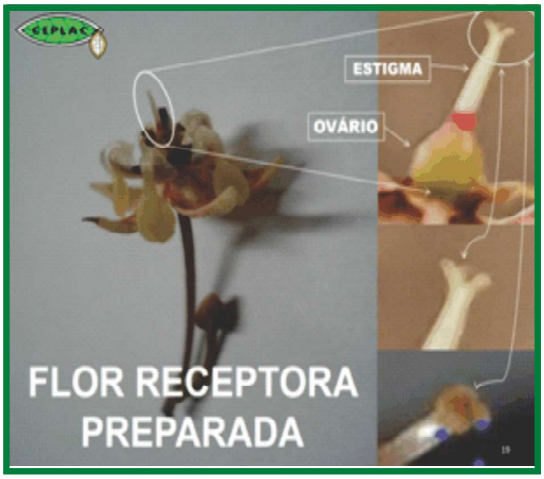


Figura 11. Flor do cacaueiro sem estaminoides que foram removidos expondo o estigma e

Figura 12. Flor doadora de pólen com anteras expostas e estaminoides sendo removidos da flor receptora.
Foto: Águido Ferreira, 2022.

Figura 13. Flor receptora de pólen sendo polinizada mediante fricção e atrito manual da antera no estigma.
Foto: Águido Ferreira, 2022.

11 - Selecionar novas flores receptoras e polinizar pelo menos 80 flores em cada planta, priorizando as flores do tronco e ramos mais baixos da copa , para facilitar a polinização. A polinização se realiza em aproximadamente 50% dessas flores. Quando as flores polinizadas são fertilizadas, elas permanecem fixadas na planta, de onde se desenvolvem os bilros (Figuras 14 e 15).

Figura 14. Flor com ovário fertilizado mostrando o estigma queimado (preto).
Foto: Águido Ferreira, 2022.

Figura 15. Bilro com cinco dias após polinização.
Foto: Águido Ferreira, 2022.

9. POLINIZAÇÃO VENTILADA EM CACAUEIRO AUTOCOMPATÍVEL

A primeira pesquisa com anemofilia, polinização do cacaueiro produzida pelo vento natural, ocorreu no início do século XX e gerou dúvidas se o vento não gerava ou somente gerava poucas polinizações (JONES, 1912). Esta dúvida foi esclarecida quarenta anos depois, através de um experimento, realizado em Java, utilizando-se uma câmara-túnel dotada de um aparelho aspirador-exaustor, empregado para gerar a ventilação em diferentes velocidades. No interior da câmara foi acondicionado um cacaueiro autocompatível, em florescimento. A seguir, suas flores foram submetidas à ventilação em diferentes velocidades. A ventilação fez as flores vibrarem suavemente. Um meio de cultura foi empregado para aferir o crescimento do tubo polínico do pólen contido no ar ventilado, sendo confirmado que o ar continha pouco pólen e que o vento moderado não gerava polinização fértil (SOETARDI, 1950).

Antes de 1950, foi relatado que a agitação vigorosa sobre as flores provocava a queda de grãos de pólen no interior das conchas petaloides (MARSHALL, 1934; POUND, 1935a). Este fato sugeria que mesmo ventos fortes das plantas marcadas doadoras de flor não causariam polinização, pois a dispersão do pólen seria impedida pelas conchas. Esta hipótese foi testada por BILLES (1941), que enclausurou cacaueiros autocompatíveis com flores em câmaras livres de insetos e submeteu um número grande de flores à forte ventilação e agitação.

Ao final, foram contabilizados três eventos de autopolinização fértil e frutífera.

Como resultado, demonstrou-se pela primeira vez, que uma ventilação vigorosa e intensa é capaz de gerar autopolinização fértil.

Na Costa Rica foi reportado que em 100 flores ventiladas e agitadas com vigor, ocorreram 3% de polinizações férteis e frutíferas. Quando 100 flores foram ventiladas a partir de diferentes direções, ocorreram 4% de polinizações férteis. Ao microscópio, foi confirmado que o pólen é muito viscoso e essa viscosidade impedia que a ventilação removesse eficientemente o pólen das anteras (SMITH, 1952).

9.1. Polinização com pulverizador/atomizador

Na cacauicultura, os defensivos agrícolas são frequentemente aplicados com pulverizador-atomizador costal. Foi comprovado que a pulverização de defensivos com ventos de 66 km/hora das plantas marcadas doadoras de flor servia como agente de polinização em cacaual autocompatível (KNOKE; SAUNDERS,1966; KNOKE; SORIA; CHAPMAN, 1980).

No Brasil, um cacaual da variedade comum que geralmente apresenta elevada frequência de plantas autocompatíveis foi ventilado por seis vezes com pulverizador portátil motorizado, durante um período de duas semanas, intercalando um dia sem ventilação. No período de ventilação, a intensidade

de floração era de 400 flores abertas por planta/dia. A ventilação foi aplicada com o bocal da saída do vento à distância de 1,5 metro das flores e velocidade do vento média estimada em 56 km/h. O resultado mostrou que a ventilação incrementou a frutificação em 300%, quando comparada à polinização entomófila natural (SORIA, 1974).

Na região cacaueira baiana, visando validar a polinização ventilada para cacauais monovarietais, autocompatíveis e motomecanizados, foi conduzido um experimento com a variedade CCN 51 em Eunápolis, Bahia (NAKAYAMA, 2018). A polinização ventilada foi gerada por um turbo-pulverizador jacto PJ 2000, tracionado por trator Valmet cafeeiro e a ventilação foi aplicada pela manhã, à tarde e, simultaneamente, nos dois períodos. O trator e pulverizador foram deslocados entre as filas de cacaueiros. Em função da altura das plantas e do espaçamento, a distância entre o bocal de saída da ventilação do pulverizador e as almofadas florais nos ramos variava entre 0,5 até 3,5 metros. A velocidade no bocal de saída da ventilação do pulverizador foi de 220 km/h. Entretanto, em função da distância, a ventilação atingia as flores com velocidade entre 60 até 100 km/hora. A floração variou entre 220 a 280 flores/planta/dia, no período da ventilação.

As conclusões deste trabalho foram as seguintes:

i) com referência a polinização natural e entomófila, a polinização ventilada vespertina mostrou-se mais eficaz que a matutina, apresentando um incremento de até 4.527%; parte deste aumento foi atribuído à baixa população de polinizadores na testemunha, uma vez que a ventilação foi realizada num período com provável baixa população de moscas polinizadoras.

ii) a polinização ventilada vespertina foi mais eficiente que a ventilação matutina.

iii) a aplicação de dupla ventilação diária (matutina e vespertina) foi inadequada porque reduziu a eficiência polinizadora da ventilação.

iv) a efetividade da polinização ventilada apresentou dependência da velocidade do vento que atinge a flor.

v) a eficiência da polinização ventilada foi influenciada pela quantidade de flores abertas alcançadas na planta no momento da ventilação.

Portanto, a polinização ventilada consiste na aplicação de vento de alta velocidade, entre 66 e 110 km/h, com duração de uma fração de segundo sobre a flor recém-aberta do cacaueiro, com capacidade de agitar vigorosamente a flor, provocando a colisão entre antera e estigma, promovendo a transferência mecânica do pólen da antera para o estigma e gerando a autopolinização fértil (NAKAYAMA, 2018).

9.2. Vantagens da polinização ventilada

1 - A polinização ventilada viabiliza a concentração da frutificação, uniformiza a maturação, e potencializa a redução do número e custos das colheitas.

2 - A técnica permite concentrar a frutificação em períodos de baixa taxa de doenças como a podridão parda e a vassoura de bruxa, reduzindo os custos de controle fitossanitário.

3 - Racionaliza a utilização e melhora o aproveitamento da mão de obra da fazenda.

9.3. Fatores que afetam diretamente a efetividade da polinização

1 - Incompatibilidade gamética da variedade: a polinização ventilada só gera polinização fértil em variedades autocompatíveis.

2 - A polinização ventilada depende diretamente da quantidade de flores abertas por planta/dia: esta prática somente deve ser realizada em plantas que se encontram em pleno período de floração, quando houver mais de 300 flores abertas por planta/dia e baixa carga frutífera, a fim de evitar a competição entre frutos de idades diferentes. Por isso, devem ser preferidas as variedades com grandes almofadas florais, tais como: CEPEC 2002, PS1319, SJ02, cacau comum e cacauais com idade superior a cinco anos, pois elas possuem almofadas florais que alcançam maior densidade de flores abertas por dia.

3 - Distância entre o bocal do pulverizador-soprador e os ramos com almofadas florais: para garantir que a ventilação controlada, numa velocidade maior que 60 km/hora, atinja as flores, é necessário que esta distância seja mantida entre 0,5 a 1,0 m.

4 - Influência da distância entre as linhas dos cacaueiros sobre a velocidade final com que a ventilação atinge as flores nos ramos: nas entrelinhas de cacaueiros com distância entre 4,0 e 4,5 metros, operar a rotação do turbo-pulverizador entre 1.700 a 2.000 rpm; quando o espaço entre as linhas for maior, ajustar a rotação do turbo-pulverizador de tal modo que a ventilação alcance a flor com velocidade mínima de 60 km/hora.

5 - Turno da polinização: a polinização ventilada pode ser realizada na área uma vez ao dia, de preferência no período vespertino, mas também pode ser realizada pela manhã.

6 - Ocorrência de pulgões: a polinização ventilada deve ser evitada quando for observada a presença de elevadas populações de pulgões polinizadores nas almofadas florais.

9.4. Passo a passo da polinização ventilada

1- Corrigir a acidez do solo e realizar adubações compatíveis com os níveis de frutificação e produtividade programados.

2- Implantar um sistema de irrigação localizada por micro aspersão para prevenir o peco de bilro.

3 - Realizar a colheita antes da estação de polinização ventilada, descarregando as plantas de frutos a fim de induzir, intensificar e uniformizar o pleno florescimento. A polinização ventilada deve ser iniciada quando pelo menos 60% dos cacaueiros estiverem em plena floração (>300 flores abertas/planta/dia).

4 - Aplicar a polinização ventilada no período vespertino, preferencialmente, mas também pode se realizar no período matutino.

5 - A flor deve ser ventilada somente durante alguns décimos de segundo por dia. Existem dois tipos de equipamentos disponíveis: pulverizador-soprador costal motorizado e turbo-pulverizador tracionado por trator.

6 - Empregando soprador costal motorizado ou pulverizador-atomizador costal motorizado, a polinização ventilada deve alcançar todos os ramos principais (ramos de maior diâmetro) do cacaueiro durante um tempo máximo de 16 até 20 segundos, mantendo o bocal de saída da ventilação afastado dos ramos a uma distância máxima de um metro, fazendo o fluxo de ar atingir a flor com velocidade mínima de 60 km/hora. O motor deve operar com regime entre 1.600 a 1.700 rpm.

7 - Empregando um turbo-pulverizador tracionado por trator, o equipamento deve transitar entre as linhas de cacaueiro com velocidade entre 6 a 8 km/hora, engrenado em primeira simples e rotação de 1.500 entre 1.600 rpm. Estes coeficientes precisam ser ajustados em função da potência do conjunto trator/turbo-pulverizador utilizado.

8 - A frequência da polinização ventilada deve ser diária ou em dias alternados, até que se alcance o índice de frutificação planejado. Por exemplo: quarenta bilros por planta.

10. REFERÊNCIAS

BESEMER, H. A.; SORIA, S. de J. Criação de mosquinhas *Forcipomyia* sp. (Díptera, Ceratopogonidae) em laboratório: alimentação de adultos e larvas e ensaios de cópula; uma revisão do método de Saunders de criação. **Revista Theobroma,** Ilhéus, Bahia, Brasil: Ceplac/Cepec, 8 (2): 43-59, 1978.

BILLES, D. J. Pollination of *Theobroma cacao* L. in Trinidad, B.W. I. **Tropical Agriculture,** Trinidad, 18 (8): 151-156, 1942.

BILLES, D. J. **Insects and the pollination of *Theobroma cacao,* L.** 1941. Thesis of PhD - Tropical Agriculture (D.T.A.), St. Augustine, Trinidad e Tobago. The University of The West Indies,1941. 60p. Disponível em: http://uwispace.sta.uwi.edu/dspace/ handle/2139/41116?show=full. Acesso em: Mar, 2023.

CARLETO, G. M. A polinização controlada na flor do cacaueiro. Instituto de Cacau da Bahia. **Boletim Técnico**, Ilhéus, Bahia, Brasil: Ceplac/Cepec, n. 6, p. 1-30, 1946.

COPE, F. W. Agents of pollination in cacao. **Ninth annual report on cacao research.** Trinidad: ICTA, p. 13-19, 1940.

CUATRECASAS, J. **Cacao and its allies, a taxonomic revision of the genus *Theobroma*.** Washington, D.C., U.S: National Herbarium, Smithsonian Institution, 1964. 614 p.

HERNANDEZ-B, J. **Insect pollination of cacao (*Theobroma cacao* L.) in Costa Rica.** 1965. Thesis of PhD (Entomology) - Madison, University of Wisconsin, 1965. 167p.

KNOKE, J. K.; SAUNDERS, J. L. Induced fruit set of *Theobroma cacao* L. by Mistblower applications of insecticides. **Journal Economic Entomology,** 59 (6): 1427-1430, 1966.

KNOKE, J. K.; SORIA, S. de J.; CHAPMAN, R. K. Cacao pollination with spray equipment in Costa Rica. **Revista Theobroma,** Ilhéus, Bahia, Brasil: 10 (4): 213-224, 1980.

MARSHALL, J. Fertility in cacao. **Annual Report on Cacao Research,** 3th. Trinidad: I.C.T.A. p. 34, 1934.

NAKAYAMA, K. Polinização e técnica de infestação artificial do cacaueiro (*Theobroma cacao* L 1737) com o pulgão *Aphis gossypii* (Glover, 1877), [HEMÍPTERA: APHIDIDAE]. **Revista Agrotrópica,** Ilhéus, Bahia, Brasil: 35 (1): 61-84, 2023.

NAKAYAMA, K. Ventilação artificial promove a polinização fértil em flor de cacaueiro (*Theobroma cacao* L). **Revista Agrotrópica,** Ilhéus, Bahia, Brasil: 34 (1): 29-40, 2022.

NAKAYAMA, K. Efeitos da ventilação na polinização do cacaueiro. **Revista Agrotrópica,** Ilhéus, Bahia, Brasil: Ceplac/Cepec, 30 (3): 195-204, 2018.

NAKAYAMA, K. A frutificação de *Theobroma cacao* L. depende dos sítios criatórios das moscas polinizadoras *Forcipomyia blantoni* Soria & Bystrak e *Forcipomyia spatullifera* Saunders (Ceratopogonidae, Diptera). **Revista Agrotrópica,** Ilhéus, Bahia, Brasil: 22 (3): 145-156, 2010.

POUND, F. J. A note on a method of controlled pollination of cacao. **4th. Annual Report on Cacao Research,** Trinidad: I. C. T. A., p.15-16, 1935a.

POUND, F. J. Studies of fruitfulness in cacao. V. Conditional self-compatibility and its implications. **4th. Annual Report on Cacao Research**, Trinidad: I.C.T.A., p.17-19, 1935b.

POUND, F. J. Studies of fruitfulness in cacao. V. Ovule loss at fertilization. **4th Annual Report on Cacao Research**. Trinidad: I.C.T.A., p.26-32, 1935c.

POUND, F. J. The genetic constitution of cacao crop. **First annual report on cacao research.** Trinidad, I.C.T.A., p. 10-24, 1932a.

POUND, F. J. Studies of fruitfulness in cacao. II. Evidence for partial sterility. **First annual report on cacao research, 1931,** Trinidad: I.C.T.A, p. 26-28, 1932b.

SILVA, E. N.; PERFECTO, I. Coexistence of Aphid Predators in Cacao Plants: Does Antaphid Mutualism Play a Role? **Sociobiology,** 60 (3): 259-265, 2013.

SMITH, A. G. **Pollination of cacao in Costa Rica. M. A.** 1952. Thesis (Entomology) - Inter-American Institute of Agricultural Sciences, Turrialba, Costa Rica. 43 p., 1952.

SOETARDI, R. G. De betekenis van insectenbij de bestuiving van *Theobroma cacao* L. **ArchiefVoor de Koffiecultuur.** 17: 1-31, 1950.

SORIA, S. J. Indução da produção em cacaueiro com uso de atomizador motorizado portátil na Bahia, Brasil. **Revista Theobroma,** Ilhéus, Bahia, Brasil: Ceplac/Cepec, 4 (2): 3-13, 1974.

SORIA, S. de J. **Studies on Forcipomyia spp. Midges (Diptera, Ceratopogonidae) related to the pollination of *Theobroma cacao* L.** 1970. Dissertation, Abstracts International, 31 (5): 2744-B, 1970.

SORIA, S. de J.; WIRTH, W. W.; BESEMER, H. A. Breeding places and sites of collection of adults of *Forcipomyia* spp. midges (Diptera, Ceratopogonidae) in cacao plantations in Bahia, Brazil: A progress report. **Revista Theobroma,** Ilhéus, Bahia, Brasil: Ceplac/Cepec, 8: 21-29, 1978.

SORIA, S. de J.; ABREU, J. M. Dinâmica populacional de *Forcipomyia* spp. (Diptera, Ceratopogonidae) na Bahia, Brasil. I - Flutuação estacional dos polinizadores do cacaueiro relacionada com chuva e balanço de água (Thornthwaite). **Revista Theobroma,** Ilhéus, Bahia**,** Brasil: Ceplac/Cepec, 6 (2): 47-50, 1976.

SORIA, S. de J.; WIRTH, W. W. Ciclos de vida dos polinizadores do cacaueiro *Forcipomyia* sp. (Diptera, Ceratopogonidae) e algumas anotações sobre o comportamento das larvas no laboratório. **Revista Theobroma,** Ilhéus, Bahia, Brasil: Ceplac/Cepec, 5 (4): 3-22, 1975.

SORIA, S. de J; BYSTRAK, P. G. A new species of *Forcipomyia* sp. (Diptera, Ceratopogonidae) described in all stages, with an account of its role as a cacao pollination. **Revista Theobroma,** Ilhéus, Bahia, Brasil: Ceplac/Cepec, 5 (2): 3-11, 1975.

SORIA, S. de J.; WIRTH, W. W. Identidade e caracterização taxonômica preliminar das mosquinhas *Forcipomyia* sp. (Diptera, Ceratopogonidae) associadas à polinização do cacaueiro na Bahia. **Revista Theobroma,** Ilhéus, Bahia, Brasil: Ceplac/Cepec, 4 (1): 3-12, 1974.

STAHEL, G. Beitrage zur Kenntnis der Blutenbiologie von Kakao (*Theobroma cacao* L.). **Verh. Akad. Wet. Amst.** 25: 1-12, 1928.

SUJII, E. R., BESERRA, V. A., RIBEIRO, P. H. Avaliação do controle biológico do pulgão, *Aphis gossypii* Glover (Homoptera: Aphididae) e do curuquerê*, Alabama argilácea* Hübner (Lepidoptera: Noctuidae) na cultura do algodoeiro no Distrito Federal. **Boletim de Pesquisa e Desenvolvimento,** Brasília, DF: Embrapa/Embrapa Recursos Genéticos e Biotecnologia, n. 113, 22 p., 2005.

VELLO, F.; NASCIMENTO, I. F. Estudos sobre polinização do cacaueiro. **Informe Técnico,** Ilhéus, Bahia, Brasil: Cepec/Ceplac, p.10-17, 1966.

VOELCKER, O. J. On a method of controlled pollination of cacao. **Agric. Dept. Annual Bulletin,** Ibadan, Nigeria: 10: 50-51, 1941.

VOELCKER, O. J. A note on the behavior of cacao flowers after pollination and the incidence of cherelle wilt. **Annual Report on Cacao Research, 7th.** Trinidad: ICTA, p. 5-8, 1936.

WINDER, J. A. Some organic substrates which serve as insect breeding sites in Bahian cocoa plantations. **Revista Theobroma,** Ilhéus, Bahia, Brasil: Ceplac/Cepec, 3 (2): 351-356, 1977.

WINDER, J. A.; SILVA, P. Pesquisa sobre a polinização do cacaueiro por insetos na Bahia. **Revista Theobroma,** Ilhéus, Bahia, Brasil: Ceplac/Cepec, 2 (3): 36-46, 1972.

WIRTH, W. W.; SORIA, S. de J. Studies on the Genus *Forcipomyia*. VI. The Neotropical species of the Subgenus *Warmkea* (Diptera: Ceratopogonidae). **Revista Theobroma,** Ilhéus, Bahia, Brasil: Ceplac/Cepec, 9: 137-161, 1979.

WRIGHT, H. ***Theobroma cacao*** **or Cocoa, its Botany, Cultivation, Chemistry and Diseases.** A.M. & J. Ferguson, Colombo, 1907. 249 p.

CAPÍTULO 15

Pré-beneficiamento e classificação do cacau

PRÉ-BENEFICIAMENTO E CLASSIFICAÇÃO DO CACAU

Jackson Emanuel Benevides Prado
Neyde Alice Bello Marques Pereira, William Souza da Silva

1. INTRODUÇÃO

O mercado do cacau está se tornando muito exigente nos atributos de qualidade e segurança alimentar. Para atender a essas requisitos, o produtor deve adotar medidas eficazes durante as fases de manejo, colheita, pós-colheita, classificação e armazenagem, de maneira a oferecer um produto com as características desejadas, visando à fabricação de um bom chocolate.

O beneficiamento do cacau é uma das etapas importantes da pós-colheita; ele tem início no processamento das amêndoas, visando à oferta de um produto de excelência para o consumidor. Para tanto, as amêndoas devem ter um teor de umidade de 8 %, no máximo, serem livres de agentes contaminantes físicos, biológicos e químicos, terem boa apresentação externa e aroma natural.

Na produção de um cacau de qualidade é necessário que a constituição genética das plantas atenda às necessidades e que, durante o beneficiamento, ocorram as alterações químicas essenciais ao desenvolvimento dos precursores do sabor e aroma das amêndoas, característicos do cacau. Este capítulo trata do pré-beneficiamento e classificação de cacau, com o propósito de transferir informações relevantes para os produtores, visando à produção de cacau de qualidade, de conformidade com as exigências do mercado.

2. ETAPAS DO BENEFICIAMENTO

As etapas do beneficiamento do cacau são definidas de maneira que cada uma seja de fundamental importância para o sucesso da etapa seguinte. Estas etapas são assim sequenciadas: colheita, quebra, fermentação, secagem e armazenamento. Quando elas são realizadas corretamente, resultam na eliminação de perdas, redução de custos, excelente qualidade das amêndoas e ganho de peso do cacau seco; quando estas condições são alcançadas, há aumento na lucratividade.

2.1. Colheita

A colheita deve ser feita de forma planejada e cuidadosa, para que possa contribuir com a boa fermentação das amêndoas de cacau. No processo de retirada dos frutos,

recomenda-se não colher frutos verdes e verdoengos, pois estes ainda não atingiram o estágio ideal de maturação; suas sementes têm menor peso e menor teor de açúcar, o que compromete o processo fermentativo, prejudicando a qualidade do produto final com resultado negativo na sua classificação (Tabela 1).

Tabela 1. Rendimentos de amêndoas de frutos de mesma origem, obtidos com ponto de maturação diferenciado

Quantidade de Frutos	Peso/ Amêndoas Secas	Perda Verificada
1.000 frutos maduros	40 kg	
1.000 frutos verdoengos	36 kg	10%
1.000 frutos verdes	32 kg	20%

Fonte: MARTINS, J.M. et al., 2011.

2.1.1. Procedimentos na Colheita

Colher frutos maduros e sadios (Figura 1). Aproveitar para retirar das árvores os frutos sobremaduros, doentes e estragados.

Figura 1. Frutos sadios de cacau clonado.
Foto: Àguido Ferreira (Ceplac).

Usar preferencialmente o podão, cortando o talo dos frutos de cima para baixo, nunca empurrando o podão em direção ao tronco, para não ferir (Figura 2).

Figura 2. Colheita de cacau com podão.
Foto: Tadeu Passos (Ceplac).

Em plantas com altura de até 2,5 m, cujo porte facilita o acesso do operador, colher os frutos com tesoura ou instrumento similar (Figura 3).

Figura 3. Colheita de cacau utilizando tesoura.
Foto: Tadeu Passos (Ceplac).

Ao cortar o talo do fruto, ter o máximo cuidado para não danificar a almofada floral. No intervalo entre duas colheitas na mesma área, repetir a operação em um período de três semanas, no máximo. Os frutos colhidos podem ser recolhidos do chão com auxílio de um apanhador metálico (Figura 4) ou qualquer outro tipo, que não fira os mesmos e proteja o trabalhador, evitando acidentes. Quando o cacau colhido for destinado ao aproveitamento de polpa e mel, não se pode utilizar o bico do facão ou outra ferramenta cortante, a fim de evitar furos ou fragmentação da casca. Os frutos que serão utilizados para aproveitamento deste subprodutos deverão ser colhidos e quebrados no mesmo dia, para garantir a integridade do produto final.

Figura 4. Ferramenta com garras metálicas para coleta do cacau.
Foto: Àguido Ferreira (Ceplac).

Quando as amêndoas são destinadas à produção de chocolate de qualidade, os frutos, depois de colhidos, devem ser conservados em local adequado pelo período de 3 a 5 dias, para não sofrerem danos. Este período é necessário para que haja a concentração dos açúcares e outros compostos que são importantes para a fermentação.

Após o embandeiramento, os frutos colhidos devem ser conduzidos até o local escolhido para a realização da quebra e colocados em rumas também conhecidas como bandeiras. Frutos sobremaduros, verdoengos ou danificados pela ação de qualquer agente externo, deverão ser colocados em rumas separadas, para serem quebrados e fermentados em separado.

As rumas separadas com cacau exclusivamente maduro, sadio e livre de qualquer defeito aparente, darão início a um bom processo de fermentação, o qual possibilitará a fabricação de um chocolate de qualidade (Figura 5).

2.2. Quebra

No período de 3 a 5 dias após a colheita dos frutos e conservação dos mesmos em local adequado, inicia-se a quebra do cacau, que é feita partindo-se o fruto em sentido

Figura 5. Frutos de cacau em rumas para serem selecionados e quebrados.
Foto: Àguido Ferreira (Ceplac).

transversal, utilizando uma lâmina de metal conhecida como bodogo ou cutelo, que é um pequeno facão sem corte (cego) com aproximadamente 30 cm de comprimento.

Ao promover o corte da casca, deve-se redobrar os cuidados, a fim de evitar acidentes. Após o corte do fruto, as sementes são separadas da casca e puxadas, visando à colocação dentro de um vasilhame de madeira, denominado de caixa, utilizado para acondicionar o cacau mole.

A caixa utilizada na quebra do cacau pode ter dimensões padronizadas, para servir como medida de volume da massa de cacau, objetivando o controle da produção. O valor de medida da caixa de cacau é expresso em percentagem, a qual corresponde ao rendimento médio obtido na relação cacau mole/cacau seco.

O valor padrão para o cacau seco é a arroba de 15 quilos. O valor acrescido em percentagem para determinada dimensão da caixa, corresponde ao acréscimo em kg, acima de 1 arroba. Exemplo: uma caixa com dimensão de 50 x 40 x 20 cm tem rendimento de cacau seco em torno de 18 kg, ou seja, 3 kg a mais do que uma arroba, o que representa um percentual (vinte por cento), sendo denominada de caixa de 20 %.

Ao retirar as sementes dos frutos, deve-se assegurar que foram todas removidas, a fim de evitar desperdício. No caso de algum fruto apresentar sementes com alguma anormalidade, destoando do aspecto característico da massa trabalhada, recomenda-se retira-las e coloca-las em outro lote de aspecto semelhante.

Após a quebra do fruto, as sementes devem ser transportadas para o cocho de fermentação no mesmo dia com o cuidado de não misturar sementes oriundas de lotes quebrados em dias diferentes. Desse modo, cada massa de um cocho só pode conter sementes oriundas de um lote quebrado no mesmo dia, ou seja, não misturar no cocho sementes oriundas de quebras de dias diferentes. Na impossibilidade de transportar o cacau quebrado para a casa de fermentação no mesmo dia da quebra, deve-se colocar a massa em uma cama feita com lona plástica ou com folhas de bananeiras e cobri-la.

No caso em que ocorra chuva durante a quebra, as sementes devem ser cobertas imediatamente.

Rendimento da mão de obra na quebra de cacau: dois homens quebram cerca de 4.500 a 6.750 frutos por dia, que resultam em 10 a 15 caixas com capacidade para 45 kg de cacau mole (Figura 6).

Figura 6. Operação de quebra de cacau.
Foto: Àguido Ferreira (Ceplac).

2.3. Fermentação

A fermentação é uma das fases mais importantes do beneficiamento do cacau. Ela é de fundamental importância na formação dos precursores do sabor e aroma do chocolate. Para que ocorra uma boa fermentação é necessário que as etapas anteriores do beneficiamento, como a colheita e a quebra, sejam executadas com eficiência.

Características do cocho de fermentação:

- As sementes do cacau mole devem ser conduzidas para cochos instalados em locais cobertos, protegidos dos ventos, afastados no mínimo de 15 cm das paredes e do piso, de maneira a proporcionar uma temperatura constante durante a fermentação, evitando o resfriamento das paredes e o excesso de corrente de ar.

- Os cochos de fermentação devem ser construídos, preferencialmente, com madeira, em dimensões que variem de acordo com a produção, apresentando duas divisórias no mínimo, para facilitar o revolvimento da massa de cacau.

Figura 7. Cochos de fermentação de cacau.
Foto: Almir Martins (Ceplac)

- É comum se encontrar instalações com cochos de 3 a 6 metros de comprimento, apresentando divisórias a cada metro e com 1,20 m de largura por 1,0 m de altura (Figura 7).

- O cocho não deve ser feito com qualquer tipo de madeira; recomenda-se usar madeira que não sofra alterações químicas e físicas em decorrência da fermentação da massa, não desprenda odores, resista à umidade e que não tenha nenhuma restrição legal.

- Para o escoamento do mel de cacau durante o processo de fermentação, o cocho deve ter no seu lastro, orifícios medindo 10 mm de diâmetro no máximo, com espaçamento de 15 em 15 cm, visando facilitar a drenagem do mel e promover uma boa aeração da massa de cacau.

- O fundo do cocho pode ser construído com ripas de cinco cm de largura e espaçamento entre ripas de cinco mm. Este espaço é suficiente para passagem da lâmina do facão no processo de limpeza do cocho.

- Para facilitar e permitir o adequado revolvimento das amêndoas, deixar um dos compartimentos do cocho vazio. Antes do processo de fermentação, o cocho deve ser devidamente limpo e os seus drenos desobstruídos.

O processo de fermentação

- A massa de cacau começa a fermentar ao ser introduzida no cocho, sendo as amêndoas distribuídas de maneira a formar uma massa horizontal com altura de 90 centímetros no máximo (Figura 8). No processo de fermentação é necessário monitorar a temperatura da massa (Figura 9).

- A fim de reduzir a perda de umidade e calor das amêndoas da parte superior do cocho, a massa de cacau deve ser coberta com folha de bananeira, saco de juta (aniagem) ou material semelhante.

- Nas primeiras 48 horas após a introdução da massa no cocho, ocorre a fermentação alcoólica, quando as leveduras, em um ambiente bastante ácido

Figura 8. Transferência da masssa entre os cochos de fermentação.
Foto: Águido Ferreira (Ceplac).

Figura 9 . Controle da temperatura na fermentação da massa de cacau.
Foto: Almir Martins (Ceplac)

e sem oxigênio, se multiplicam convertendo os açúcares em álcool etílico e gás carbônico, elevando a temperatura ao patamar de 30 ºC a 35 ºC

- Nesta fase, a polpa fica mais líquida, escorre pelos drenos do cocho e exala um cheiro semelhante ao do álcool.

2.3.1. Revolvimento das amêndoas

Primeiro revolvimento - o primeiro revolvimento da massa de cacau deve ser feito 48 horas, após a colocação das amêndoas no cocho. Na fermentação com temperatura controlada por termômetro, o revolvimento deve acontecer nas primeiras 48 horas, quando a temperatura da massa atingir 30 ºC a 35 ºC.

Para revirar o cacau, inicialmente se retiram as primeiras tábuas divisórias do compartimento do cocho, remove-se a massa de cacau com a pá de madeira, transferindo-a do compartimento que está cheio para o que está vazio, de maneira que as amêndoas que estavam na parte de cima passem para o fundo do cocho. Neste procedimento, deve-se manter sempre a massa nivelada. A mesma operação deve ser feita para revirar a massa dos outros compartimentos.

Depois do primeiro revolvimento, que acontece durante as primeiras 48 horas, inicia-se a fermentação acética ou aeróbica. O revolvimento favorece a circulação do oxigênio necessário à multiplicação das bactérias e a transformação do álcool em vinagre com a elevação da temperatura, que chega a atingir 50 ºC.

Segundo revolvimento - o segundo revolvimento deve ser feito 24 horas após a realização do primeiro revolvimento da massa de cacau. Quando o processo de fermentação é acompanhado por meio da aferição da temperatura, o revolvimento deve ser realizado quando ocorrer queda de temperatura, o que pode acontecer antes mesmo das 24 horas.

Terceiro revolvimento - o terceiro revolvimento deve ser efetuado 24 horas após a realização do segundo.

Quarto revolvimento - o quarto revolvimento deve ser efetuado 24 horas após a realização do terceiro.

2.3.2. Ocorrências importantes durante a fase acética

Durante a fase acética, a temperatura pode chegar a 50 ºC. Esta elevação do calor e a presença do ácido acético contribuem para a morte do embrião, quando a semente perde o poder germinativo e passa a ser chamada de amêndoa.

A permeabilidade do tegumento ou casca, possibilita a passagem das enzimas da polpa para a parte interna da amêndoa, o que contribui com o processo de fermentação.

2.3.3. Mudanças que ocorrem na fermentação

Na fermentação do cacau acontecem várias mudanças na coloração, sabor e no cheiro da massa, as quais podem indicar se a fermentação está ou não sendo bem conduzida. Por exemplo: após a quebra, o cacau mole apresenta coloração roseada e branca, enquanto durante a fermentação, a cor muda para marrom escura.

Nos primeiros dias de fermentação, a massa exala um cheiro semelhante ao do álcool. Após o terceiro dia, o cheiro é de vinagre, podendo permanecer assim até o final da fermentação.

Durante o terceiro ou quarto dia, ocorre a liberação de um líquido de cor escura ou avermelhada na massa, indicando que a fermentação está prosseguindo corretamente. Quando a massa de cacau não estiver mais desprendendo odores característicos e as amêndoas apresentarem uma cor acinzentada, com temperatura não superior a 40 ^{o}C , o que geralmente ocorre no quinto ou sexto dia da fermentação, conclui-se que o cacau deve ser levado para a barcaça, evitando assim a fermentação proteolítica (putrefação) das amêndoas, devido à sobre fermentação.

No quinto ou sexto dia, o operador avalia o processo de fermentação, cortando algumas amêndoas no sentido do comprimento e verifica se as mesmas apresentam uma cor ligeiramente marrom com um anel de contorno marrom escuro, quase sempre com formação de galerias na superfície, significando que a massa foi bem fermentada.

2.4. Secagem

A secagem deve ser iniciada imediatamente após a fermentação, quando as amêndoas devem ser levadas para a barcaça, balcões, estufas ou qualquer outra instalação adequada, para passarem pelo processo de secagem.

A massa de cacau, após o processo de fermentação, apresenta elevada retenção de água, ficando com teor de umidade de cerca de 60%, devendo reduzir esse teor para 7% a 8% no processo de secagem. Além da redução do teor de umidade das amêndoas, a secagem também é importante para proporcionar a continuidade das alterações químicas das mesmas, iniciadas na fermentação, tais como: redução de acidez, menos adstringência e potencialização da liberação dos componentes responsáveis pelo sabor e aroma característicos do chocolate

2.4.1. Processo natural de secagem

Na secagem natural, as amêndoas de cacau são expostas diretamente ao sol, em instalações de fácil manejo, que permitem uma secagem adequada.

A instalação mais usada tradicionalmente e recomendada para a secagem natural é a barcaça, que possui lastro fixo e cobertura móvel. Atualmente, estão sendo usadas as estufas solares com coberturas plásticas transparentes, que proporcionam uma secagem mais lenta e homogênea, além de protegerem o produto e o beneficiador das chuvas.

Os balcões também são comumente usados, sendo constituídos de gavetas com cobertura fixas e de estufas com lastro fixo e estrutura externa, construída com material PVC (plástico).

Em propriedades cuja produção é pequena, é comum o uso de lonas estendidas em superfícies de boa exposição ao sol e que permitem um bom manejo.

O meio mais adequado para se reduzir a umidade das amêndoas ao patamar ideal de 7% a 8% é utilizar o sistema de secagem natural. Neste sistema, o sol e outros fenômenos naturais, como os ventos, contribuem para a secagem. Neste caso, devido ao calor, em função da exposição ao sol, o cacau perde umidade de maneira lenta, gradual e controlada, possibilitando a cura das amêndoas, sem o aparecimento de mofo interno.

Qualquer que seja a instalação a ser usada na secagem do cacau, bem antes do início do processo de secagem, deve-se fazer uma limpeza geral. Quando necessário, deve-se raspar o lastro da barcaça, para retirar a crosta das impurezas deixadas no processo anterior e vasculhar a cobertura.

O cacau fermentado, ao ser colocado na barcaça, deve ser espalhado com auxílio de um rodo de madeira dentado, formando uma camada de no máximo cinco cm de espessura. Neste processo de beneficiamento, após a secagem, as amêndoas dão um rendimento equivalente a 30 quilos de cacau mole por m^2 de lastro.

2.4.1.1. Manipulação do cacau na secagem natural

Nos primeiros dias do início da secagem devem-se juntar rumas de cacau, formando pequenas amontoas no lastro do secador. Estas amontoas devem ser distribuídas no sentido da largura da barcaça ou estufa, utilizando-se um rodo com o objetivo de enxugar o lastro, acelerar a secagem e evitar ou reduzir a presença do mofo.

Toda vez que a parte do lastro exposta ao sol estiver seca, deve-se mudar a posição das amontoas das amêndoas. No decorrer da secagem, retirar os restos de cascas, pedúnculos, cibirras ou qualquer outro material indesejável.

O cacau deve ser removido a cada duas horas, usando-se um rodo de madeira. Na medida que o cacau for ficando mais seco, deve-se aumentar o intervalo de revolvimento para duas a três vezes ao dia, a fim de reduzir a possibilidade de quebra das amêndoas (Fgura 10). Nos dias de chuva ou nublados, deve-se aumentar o número de revolvimento.

Ao final do dia, deve-se juntar algumas amontoas e formar rumas de cacau, a fim de dificultar o aparecimento de mofo, pela menor exposição das amêndoas à umidade noturna.

Nos primeiros dias da secagem, a fim de evitar ou diminuir o aparecimento de mofo externo, realizar o pisoteio das amêndoas. Durante o pisoteio, o cacau deve ser amontoado em uma ou mais rumas e umedecido com água, para diminuir o atrito entre as amêndoas; nesta fase, o operador deve realizar leves pisadas no cacau

e seguir transitando no lastro da barcaça, sempre com os pés descalços.

A secagem natural é mais duradoura que a secagem artificial, pois permite maior eliminação do ácido acético e outros compostos voláteis indesejáveis, resultando em amêndoas com menor amargor e acidez. No início, a secagem não deve ser muito lenta, a fim de acelerar o processo de enxugamento das amêndoas e evitar o aparecimento de mofo.

Nos dois primeiros dias da secagem, ocorre o enxugamento das amêndoas. A partir daí, a secagem não deve ser muito rápida, com temperaturas elevadas, pois isso provoca o deslocamento de parte da manteiga de cacau para a superfície da amêndoa, dificultando a eliminação do ácido acético e outros compostos.

A secagem deve ser uniforme, de maneira a reduzir a umidade em toda a superfície da amêndoa, evitando a eliminação da umidade externa, deixando as amêndoas úmidas internamente, o que favorece o aparecimento do mofo no cacau armazenado (Figura 10). As amêndoas de cacau possuem um elevado teor de gordura e absorvem odores com facilidade. Em função disso, não se deve armazenar defensivos agrícolas, produtos químicos de qualquer natureza, nem construir residência sob as barcaças, para não ocorrer contaminação do cacau por odores estranhos, ocasionando grave defeito.

A secagem natural deve ser feita pelo período de 8 a 12 dias, a depender das condições climáticas, não devendo ultrapassar o 12º dia, pois, a partir desse período, as amêndoas começam a perder as características de sabor e aroma, prejudicando o produto final (Figuras 11 a; b).

Figura 10. Secagem natural em barcaça.
Foto: Àguido Ferreira (Ceplac).

Figura 11. Secagem natural em estufa solar. a. Exterior; b. Interior.
Foto: Àguido Ferreira (Ceplac).

2.4.2. Processo de secagem artificial

A secagem artificial é empregada de forma cautelosa quando há impossibilidade de utilização do processo natural de secagem, seja em decorrência de fenômenos naturais, como as chuvas prolongadas ou devido à grande concentração de colheita. Nesse sistema, a energia solar é substituída por secadores ou estufas que utilizam outras fontes alternativas de calor, visando realizar a secagem das amêndoas.

Antes de levar o cacau mole para o secador artificial, recomenda-se que o mesmo seja colocado na barcaça por pelo menos um dia, para dar continuidade ao processo de cura da fermentação e reduzir um pouco a umidade.

No período anterior a secagem, deve-se inspecionar as instalações do secador, para observar se há vazamento de fumaça. Em caso positivo, este problema deve ser corrigido imediatamente, antes de colocar o cacau, a fim de evitar a contaminação. Ainda nesta fase, deve-se-limpar o lastro, a chaminé e os demais componentes do secador.

Durante a secagem artificial, deve-se manter a temperatura do secador em torno de 50 ^{0}C, a fim de evitar a secagem muito rápida que resulta em perdas excessivas de peso, quebra das amêndoas e fragmentação das partes superficiais.

No início do processo, o operador deve distribuir as amêndoas de cacau no lastro do secador, formando uma camada de 10 centímetros de espessura, realizando o revolvimento com intervalos de no máximo duas horas.

A secagem deve ser feita preferencialmente durante o dia, pois permite melhor controle da operação e da temperatura, além de possibilitar maior durabilidade do equipamento. Este procedimento preserva a saúde do operador e a qualidade do produto.

Uma boa secagem não é aquela realizada em menos tempo, mas aquela que assegura a produção de amêndoas de qualidade e permite que o cacau seco apresente umidade final em torno de 7% a 8% (Figura 12). O tempo de secagem necessário para se obter amêndoas secas de acordo com os padrões técnicos é de 40 horas.

No processo de secagem, as entradas de ar da câmara devem estar sempre desobstruídas. As janelas do secador, opostas à direção do vento dominante, devem ficar sempre abertas, a fim de permitir melhor aproveitamento do fluxo de calor do secador e possibilitar uma boa circulação do ar quente de baixo para cima, passando pelo lastro e saindo pelas janelas, acelerando o processo de secagem. Para facilitar o fluxo de calor, deve-se manter o cinzeiro e a chaminé sempre limpos.

Ao encerrar a secagem, deve-se apagar o fogo da fornalha e transportar as amêndoas para o resfriador imediatamente, para evitar a perda excessiva de umidade. As amêndoas devem ser resfriadas antes de serem levadas para o armazém, o qual deve ser previamente limpo e livre de produtos químicos.

Ao concluir a secagem artificial, realizar a limpeza e manutenção da fornalha, do lastro e da câmara de aquecimento. A limpeza interna da chapa tubular deve ser realizada anualmente, seguindo as instruções do fabricante.

No planejamento das instalações visando à secagem natural, deve-se envolver profissionais habilitados para elaboração do projeto. Na Região Cacaueira do Sul da Bahia, além do secador tubular tradicional, existem ainda, os seguintes tipos: secador rotativo Pinhalense, Plataforma Cepec, secador Zacaria, secador Burareiro e conjunto Secador/Barcaça ou secador misto. Após o processo de secagem, o cacau deve ser levado para o armazém.

Figura 12. Amêndoas de qualidade. Foto: Àguido Ferreira (Ceplac).

2.5. Armazenamento

O objetivo do armazenamento é preservar a qualidade do cacau seco por um período nunca superior a 90 dias. Após essa fase, pode ocorrer a proliferação de mofo, ataque de insetos e roedores. O armazém deve ser arejado, com presença de luz e ser mantido sempre limpo, e livre de produtos químicos ou orgânicos, para que não haja transferência de odores estranhos para as amêndoas.

No armazém, o cacau deve ser pesado e acondicionado em sacos de 60 ou 30 kg, depois são empilhados sobre pisos assoalhados ou em estrados, mantendo-se uma distância de 50 cm da parede (Figuras 13 a; b).

Figura 13. a. Cacau ensacado e b. Cacau armazenado.
Foto: Àguido Ferreira.

3. CLASSIFICAÇÃO DO CACAU

As amêndoas de cacau são classificadas em tipos, de acordo com os percentuais de tolerância de defeitos previstos no Regulamento Técnico da Amêndoa de Cacau, conforme Instrução Normativa nº 38, de 23 de junho de 2008, do Ministério da Agricultura e Pecuária - MAPA. A classificação é realizada depois do pré-beneficiamento das amêndoas, após a secagem.

No passado, a classificação do cacau era feita apenas com as amêndoas que iam ser exportadas para atender a demanda do mercado externo. A CEPLAC dispunha de uma grande equipe de técnicos classificadores e auxiliares que faziam a fiscalização e classificação do produto antes de ser exportado.

O objetivo da classificação de c*a*cau, segundo a IN 38, é identificar e classificar as amêndoas fermentadas e as que apresentam defeitos. As amêndoas

fermentadas têm odor característico, cor marrom e a presença de galerias abertas, caracterizando o cacau de qualidade (Figura 14).

Figura 14. Classificação de cacau para atender as normas da IN 38. Foto: Àguido Ferreira (Ceplac).

Para efeito do Regulamento Técnico do Cacau (Art. 2º) os principais defeitos são:

- **Amêndoas mofadas:** são amêndoas que apresentam externamente e/ou internamente a presença de mofo (fungo) (Figura 15) .

Figura 15. Amêndoas mofadas (Ceplac).

● **Danificadas por insetos**: são amêndoas que apresentam estragos visíveis a olho nu, causados por insetos que, permanecendo ou não no interior da amêndoa, deixam excrementos ou outros vestígios da sua atuação (Figura 16) .

16. Amêndoas danificadas por insetos (Ceplac).

● **Ardósia**: amêndoas que não foram fermentadas, apresentando uma coloração cinzento-escura (cor de ardósia), geralmente compactada e com embrião claro (Figura 17).

Figura 17. Amêndoas ardósia (Ceplac).

- **Violeta**: amêndoa de cacau subfermentada em decorrência de beneficiamento incorreto ou de cacau verdoengo, sem maturação ideal para fermentação; sua coloração é violeta ou púrpura brilhante, e pode se apresentar compacta (Figura 18) .

Figura 18. Amêndoas Violetas (Ceplac).

- **Amêndoas germinadas**: apresentam a casca furada pelo desenvolvimento do embrião morto (Figura 19) .

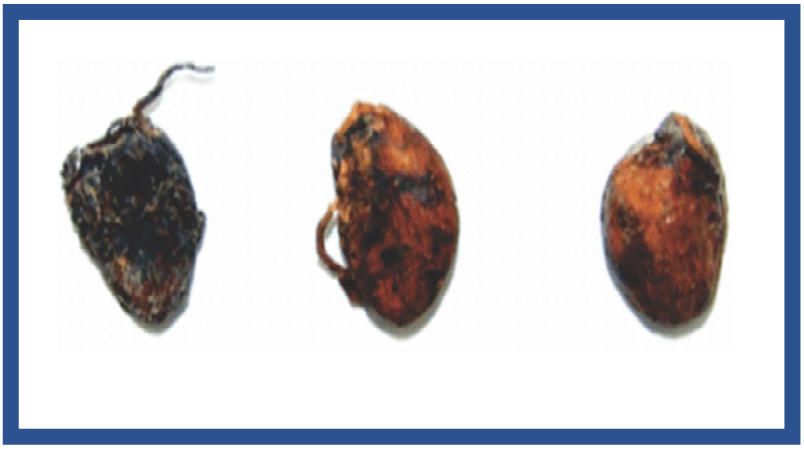


Figura 19. Amêndoas germinadas (Ceplac).

● **Amêndoas achatadas ou chochas:** apresentam ausência de cotilédones ou são tão finas que não permitam o corte (Figura 20) .

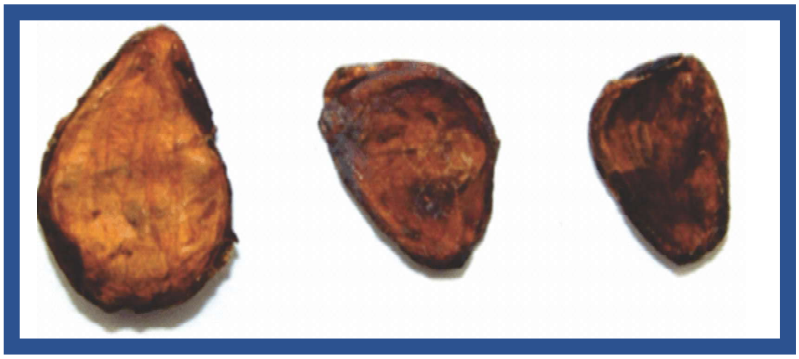


Figura 20. Amêndoas achatadas ou chochas (Ceplac).

● **Amêndoas sobre fermentadas**: são amêndoas excessivamente fermentadas, apresentando odores de material em estágio de putrefação.

● **Odores estranhos**: amêndoas contaminadas por odores estranhos de qualquer natureza.

● **"Cheiro de fumaça"**: amêndoas contaminadas por fumaça, oriundas de defeitos das instalações.

A depender do percentual de amêndoas defeituosas encontradas no momento da classificação, pode-se enquadrar o produto nos tipos convencionados, conforme a Tabela 2.

Tabela 2. Amêndoa de cacau - Tolerância de defeitos, expressa em % e respectivo enquadramento do produto. (Alterada pela Instrução Normativa 57/2008/MAPA)

Enquadramento do Produto	Defeitos						
	Umidade	Mofadas	Fumaça	Danificadas por insetos	Ardósia	Germinadas	Achatadas
Tipo 1	7 a 8 %	De zero até 4,0%	De zero até 1,0%	De zero até 4,0%	De zero até 5,0%	De zero até 5,0%	De zero até 5,0%
Tipo 2	7 a 8 %	Acima de 4,0% até 6,0%	Acima de 1,0% até 4,0%	Acima de 4,0% até 6,0%	Acima de 5,0% até 6,0%	Acima de 5,0% até 6,0%	Acima de 5,0% até 6,0%
Tipo 3	7 a 8 %	Acima de 6,0% até 12,0%	Acima de 4,0% até 6,0%	Acima de 6,0% até 8,0%	Acima de 10,0% até 15,0%	Acima de 6,0% até 7,0%	Acima de 6,0% até 7,0%
Fora do Tipo	Acima de 8%	Acima de 12,0% até 25,0%	Acima de 6,0%	Acima de 8,0%	Acima de 15,0%	Acima de 7,0%	Acima de 7,0%

Fonte: IN 38 - MAPA.

Deve-se enfatizar que, mesmo no tipo 1, são permitidos níveis mínimos de amêndoas mofadas, com cheiro de fumaça, danificadas por insetos, ardósias, germinadas e achatadas.

Atualmente, há vários produtores especializados na produção do chocolate com alto teor de cacau e derivados. Com isso a classificação de cacau também passou a ser necessária para atestar qualidade à matéria prima e ao chocolate feito pelos produtores.

Para atender essa demanda, o setor de Controle de Qualidade da CEPLAC, em 2007, estabeleceu um padrão baseado nos padrões internacionais para o cacau de alta qualidade, conforme se segue.

4. ANÁLISE FÍSICO SENSORIAL DA AMÊNDOA

4.1. Etapas:

1. Verificar se há quaisquer defeitos extrínsecos na amostra ou indícios de desqualificação direta como: presença de inseto vivo, aspecto mofado, mal estado de conservação, aromas de hidrocarboneto policíclico aromático e sobre fermentação.

2. Verificar o percentual da umidade da amêndoa até 8%.

3. Comparar a equivalência do número de defeitos com o percentual do grau de fermentação das amêndoas.

4. A tipificação é o ponto crucial para o resultado da qualidade da amostra para produção do chocolate fino (Quadro 1).

Quadro 1. Classificação para análise qualitativa (CEPLAC 2007)

Tipos/Qualidade	I	II	III	IV
Cacau fino	Excelência	Boa	Regular	Fora do Padrão Fino

Fonte: Mapa/Ceplac/Cenex, 2007.

4.1.1. Padrão de avaliação da qualidade físico-sensorial da amêndoa de cacau fino (CEPLAC 2007) - Figuras de 21 a 26.

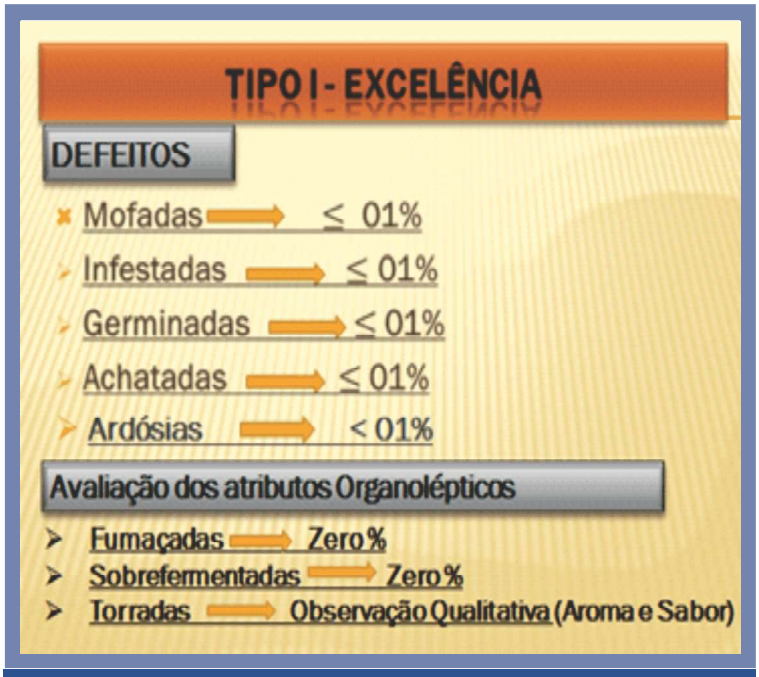


Figura 21. Índices de amêndoas de excelência (Ceplac).

Figura 22. Amêndoas Fermentadas de excelente qualidade (Ceplac).

Figura 23. Índices de amêndoas na categoria Boa (Ceplac).

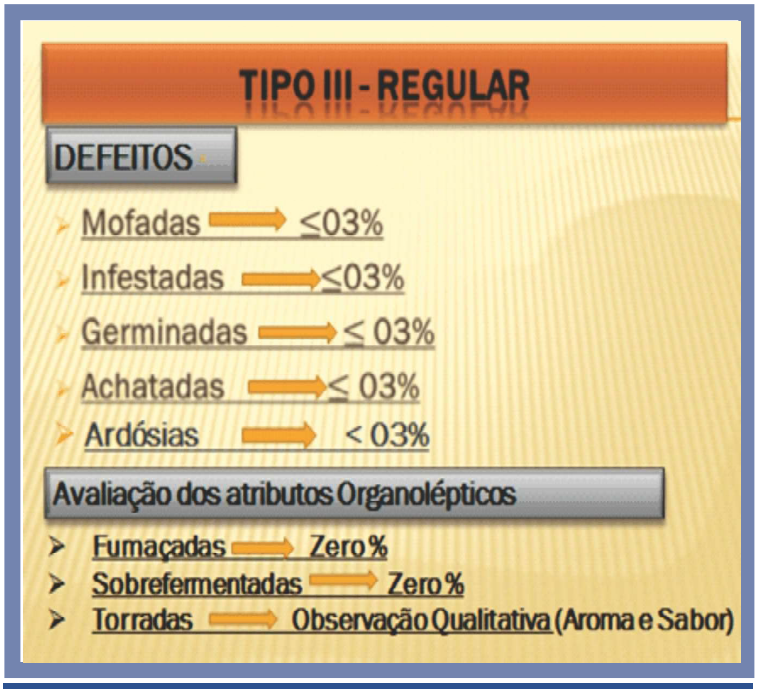


Figura 24. Índices de amêndoas na categoria Regular (Ceplac).

Figura 25. Índices de fermentação das amêndoas nas categorias Excelência e Boa (Ceplac).

Figura 26. Índices de fermentação das amêndoas na categoria Regular (Ceplac).

5. REFERÊNCIAS

CUNHA, J. Novas instalações e Secagens do Cacau. **Agenda**, 19ª Semana do Fazendeiro. Uruçuca, Ceplac/Emarc. 1984.

FREIRE, E. S. **Beneficiamento de Cacau: colheita, fermentação e secagem**. Ilhéus, Ceplac/Cepec. s.d. s.p.

GRAMACHO, I. da C. P.; MAGNO, A. E. da S.; MANDARINO, E. P.; MATOS, A. **Cultivo e Beneficiamento do Cacau na Bahia.** Ilhéus, Bahia: Ceplac, 1982. 124 p.

MARTINS, J. M. et al. **Melhoria da Qualidade de Cacau.** Ilhéus, Bahia: Ceplac/Cenex, 2012. 45 p.

SERRA, W. S. et al. **Pré-processamento de cacau.** Ilhéus, Ceplac, s. d. 82 p.

SERRA, W. S.; SODRÉ, G. A. Manual do cacauicultor: perguntas e respostas. **Boletim Técnico**, Ilhéus, Bahia: Ceplac/Cepec. n. 221, 2021. 190 p.

SOBRAL, L.M. **Beneficiamento primário do cacau.** Ilhéus. Bahia: Ceplac/ Depex, 1977. 17 p.

CAPÍTULO 16

Fabricação de chocolate e aproveitamento de derivados do cacau

FABRICAÇÃO DE CHOCOLATE E APROVEITAMENTO DE DERIVADOS DO CACAU

Neyde Alice Bello Marques Pereira
Raimundo Camelo Mororó

1. INTRODUÇÃO

O cacau é um alimento apreciado pelos atributos essenciais à nutrição e saúde humana, por ser rico em flavonoides, epitacequinas, catequinas e antioxidantes. As amêndoas do cacau são apresentadas no mercado como "cacau bulk", "cacau fino" e "cacau orgânico", que se destinam a produção de líquor, manteiga e pó, empregados na indústria de chocolate, Por essa razão, é explorado em cerca de 10,9 milhões de hectares em países da África, América, Ásia e Oceania (OICC, 2023).

O sucesso do chocolate como alimento de sabor excepcional advém das suas características sensoriais altamente atrativas, como rápido desprendimento do aroma e derretimento na cavidade oral, além da textura e paladar. Essas características são determinadas principalmente pela qualidade da matéria-prima, sendo a manteiga um ingrediente muito importante neste sentido (FERREIRA et al., 2016).

O fruto do cacau é composto por casca, polpa, placenta e sementes. Cada fruto contém entre 30 a 40 sementes envoltas numa polpa adocicada, mucilaginosa, levemente presas à placenta (DOYLE et al., 1997 citado por FERREIRA et al., 2016). Para ampliação do rendimento dos produtores é preciso promover o aproveitamento dos subprodutos do cacau e, para tanto, é necessário transferir competências através do acesso às informações.

Os cacauicultores brasileiros, há mais de 20 anos, vêm adotando inciativas objetivando ao aumento da renda e melhoria da competitividade no agronegócio cacau, por meio da agregação de valor a amêndoa e aproveitamento dos subprodutos do cacau (SANTOS; SANTOS, 2012). Apesar dos avanços alcançados é preciso difundir informações que aumentam a participação do produtor na cadeia de valor.

Este capítulo aborda conteúdos importantes sobre pós-colheita e produção de cacau fino, fabricação de chocolate com alta concentração de cacau, nibs, aproveitamento da polpa, geleia e mel, produção de doce de cibirra, além de considerações sobre a evolução da qualidade de cacau no Brasil e da análise sensorial. A expectativa é que estas informações contribuam para a inserção competitiva dos produtores no mercado.

2. APROVEITAMENTO INTEGRAL DO FRUTO DO CACAU

O rendimento financeiro do fruto de cacau é relativamente baixo, se considerado apenas o aproveitamento das amêndoas comercializadas como cacau tipo bulk, que proporcionam um retorno de apenas 10 % do peso médio do fruto. Além das amêndoas, ainda restam as cascas do fruto, sementes frescas e as cascas das sementes secas, como mostra a Tabela 1.

Tabela 1. Composição do fruto do cacau e proporção dos componentes em relação ao peso total

Componentes	Peso (g)	% em relação ao peso do fruto (%)
Fruto	500	100
Casca do fruto	400	80
Sementes frescas	100	20
Semente seca (amêndoa)	50	10
Nibs (cotilédones limpos)	40	8

Fonte: Ceplac, Cepec

Para aumentar a rentabilidade do negócio cacau, a Ceplac implantou o programa de "Aproveitamento Integral do Cacau" no início da década de 1980, disponibilizando tecnologia para processamento de novos derivados em nível dos produtores.

Durante 30 anos, a Ceplac gerou inovações tecnológicas para o aproveitamento integral dos frutos de cacau, incluindo produtos para consumo como alimentos, destacando-se, entre estes, polpa, mel, cibirra e os mais sofisticados chocolates finos com alto teor de cacau, conforme mostra o Quadro 1.

Quadro 1. Diversidade de produtos, derivados e subprodutos que agregam valor ao cacau

Componentes	Derivados	Subprodutos
Frutos de cacau	In natura	Venda in natura
	Polpa	Geleada, suco, néctar, sorvetes, picolé e doces.
Sementes frescas	Mel	Geleia, aguardentes, vinho, licor, vinagre, coquetéis e consumo in natura
	Cibirra	Cibirra desidratada, cristalizada e doces.
Amêndoa seca	Nibs Massa de cacau (líquor) Chocolates convencionais Chocolates finos com alto teor de cacau	Nibs, Doces, manteiga de cacau, Torta/pó de cacau Tabletes diversos
Resíduos de cacau	Casca fresca Casca triturada	Briquetes Ração animal Composto orgânico Biogás - Biofertilizante

Fonte: CEPLAC/CEPEC

Os chocolates finos com alto teor de cacau, além do nibs, polpa e mel, são produtos cuja participação no mercado vem crescendo anualmente e impulsionaram um novo conceito que resultou na criação de marcas de inúmeras agroindústrias chocolateiras de pequeno porte, quase sempre em formato *bean to bar*[1] e *tree to bar*[2], alcançando resultados positivos em negócios explorados na Bahia, Espírito Santo, Pará, São Paulo e em outros estados do Brasil, já com reflexos no mercado internacional.

Paralelamente à geração de novas formas do aproveitamento integral do cacau, também foram disponibilizadas tecnologias para secagem do cacau, além de máquinas e equipamentos de pequeno porte para fabricação de chocolates, polpas de cacau e frutas regionais, através de parceria entre a CEPLAC e indústrias do sul da Bahia, financiadas pela Fundação de Amparo à Pesquisa da Bahia (FAPESB), da Secretaria de Ciência, Tecnologia e Inovação (SECTI) do estado, para atender às demandas dos produtores rurais e de empreendedores interessados em produzir em pequena escala.

[1]*Bean to bar:* é quando o chocolate é produzido a partir da amêndoa do cacau de produtor selecionado (o chocolateiro relaciona-se diretamente com o produtor de cacau).

[2]*Tree to bar:* os chocolateiros são os próprios produtores de cacau.

Essas inciativas contaram com o apoio financeiro de alguns produtores que tinham o propósito de ampliar seus negócios, empreendendo a produção de chocolate com alto teor de cacau. A participação dos produtores na produção de chocolates e derivados ampliará a sua inserção na cadeia de valor do cacau.

3. FABRICAÇÃO DO CHOCOLATE

Segundo Possignolo (2010), o típico sabor de chocolate é único, obtido exclusivamente de sementes fermentadas, secas e torradas de "*Theobroma cacau* L", não podendo ser sintetizado artificialmente.

O chocolate é o principal produto do processamento das amêndoas de cacau, o qual tem início na pós-colheita, quando são desenvolvidos os precursores do sabor e do aroma. Quando as práticas de campo são conduzidas de maneira correta, desde a colheita até a fermentação e secagem das amêndoas, os predecessores se potencializam até a obtenção do chocolate.

No Brasil, o Regulamento Técnico para a produção de Chocolate e Produtos do Cacau, apresenta a descrição das características mínimas que determinam a qualidade, sendo as mesmas regulamentadas através da Resolução da Diretoria Colegiada - RDC N° 264, de 22 de setembro de 2005, que revogou a RDC 28/08/2003 e a Resolução CNNPA de 12/1978, da Agência Nacional de Vigilância Sanitária - ANVISA. Esta resolução tem as seguintes definições:

- Chocolate é o produto obtido a partir da mistura de massa (pasta ou líquor) de cacau, cacau em pó e/ou manteiga de cacau com outros ingredientes, contendo no mínimo, 25 % (25g/100 g) de sólidos totais do cacau. O produto pode apresentar recheio, cobertura, formato e consistência variados.

- Chocolate Branco é o produto obtido a partir da mistura de manteiga de cacau com outros ingredientes, contendo no mínimo, 20 % (20g/100 g) de sólidos totais de manteiga de cacau. O produto pode apresentar recheio, cobertura, formato e consistência variados.

O Regulamento ainda define Massa (pasta ou líquor) de Cacau, Manteiga de Cacau, Cacau em Pó e Cacau Solúvel.

A legislação Resolução CNNPA de 12/1978 exigia o percentual 32% de sólidos de cacau no chocolate. Contudo, houve redução para o percentual atual de 25 %, ocorrida numa resolução de 2005, sendo isso justificado pela queda drástica da produção de cacau do Brasil provocada pelos danos causados com o aparecimento da vassoura de bruxa no Sul da Bahia, especialmente no período de 1989 até o ano 2000. Além disso, os baixos preços e a baixa eficiência tecnológica na época fizeram com que a produção brasileira despencasse para quase 90 mil t.,

tornando necessária a importação de cacau dos continentes africanos e asiáticos pelas indústrias, a fim de complementar a capacidade de processamento do parque moageiro, o que também poderia ser evitado pela implementação de políticas públicas para promover o aumento crescente da oferta de cacau no mercado interno.

3.1. Processamento de chocolate

3.1.1. Etapas da fabricação do chocolate

Na transformação das amêndoas de cacau em chocolate são realizadas as seguintes operações: i) limpeza de impurezas e materiais estranhos; ii) classificação: % de fermentação; % de defeitos; determinação da umidade; e, em seguida, preparação; iii) realização da torra com os seguintes objetivos: liberar o sabor e aroma; eliminar a carga microbiana; reduzir a umidade de 6 a 8 % para aproximadamente 1,5%; e facilitar a soltura da casca (testa) (Figura 1); iv) descascamento e fragmentação das amêndoas: estas práticas são realizadas após a torra, visando à obtenção do nibs - pequenos pedaços de grãos de cacau descascados, fragmentados e torrados, os quais têm um sabor de chocolate amargo.

Figura 1. Torrador, descascador e fragmentador de amêndoas.
Foto: Águido Ferreira/Ceplac.

Os nibs são moídos e transformados em massa de cacau, também conhecida como líquor. A massa de cacau pode ser prensada para extração da manteiga, resultando na torta de cacau, que depois de pulverizada se transforma no cacau em pó parcialmente desengordurado. A grande indústria alcaliniza o cacau em pó que é utilizado na produção de chocolates e, principalmente, em achocolatados e produtos de confeitaria.

A partir da formulação definida para o chocolate, os ingredientes (açúcar, manteiga, leite em pó, etc.) serão adicionados e misturados à massa de cacau ou líquor, e em seguida, a mistura é refinada em moinhos de vários modelos, como de rolos, facas, esferas e pedra. A função do refino é promover o cisalhamento, que consiste na "alteração na forma da massa por meio de cortes realizados nos moinhos", quando ocorre a cisão dos ingredientes contidos na massa, reduzindo o tamanho das suas partículas até chegar a granulometria desejada, característica da textura aveludada do chocolate. Essa granulometria é aferida pelo micrômetro e deve ficar entre 18 até 20 micras (μ), para que o consumidor não perceba arenosidade ao degustar o chocolate.

3.1.2. Conchagem

Depois do refino, a massa de chocolate é colocada na máquina conchadeira para a etapa de conchagem, que consiste em homogeneizar a massa de maneira a obter uma textura aveludada com partículas entre 18 e 20 micras.

A conchadeira é uma máquina com engrenagens que podem ser de rolos, pás, facas ou pedras, as quais movimentam intensamente a massa ali colocada (Figura 2). Esse processo é geralmente dividido em duas etapas: "conchagem seca", quando a umidade é reduzida, melhorando a reologia (fluidez) da massa; e "conchagem úmida", quando a lecitina é adicionada (COUNET et al., 2002).

Na conchadeira, os braços mecânicos movimentam a massa, expondo a sua superfície. Como consequência, aumenta a velocidade de aeração do produto, facilitando a eliminação da água, volatilização de compostos indesejáveis ao processo (principalmente o ácido acético, aldeídos e cetonas), oxidação de taninos pela incorporação do oxigênio do ar, bem como, aceleração das reações entre as proteínas e os açúcares, criando compostos que dão o sabor e aroma final do chocolate. Durante este processo se formam novos compostos, por meio da reação de Maillard (EFRAIM, 2009; AFOAKWA et al., 2007b; PRAWIRA, 2009). A conchagem é a última etapa que tem influência na formação do sabor característico e desejável do chocolate.

Figura 2. Máquina multifunções: moagem dos nibs, mistura e refinamento dos ingredientes e conchagem de chocolate.
Foto: Águido Ferreira/Ceplac.

3.1.3. Temperagem

A temperagem é a penúltima fase na fabricação do chocolate, sendo feita no equipamento conhecido como temperadeira. Esta é uma etapa conclusiva do processamento, sendo bastante importante porque é através dela que o chocolate desenvolve as características físicas e organolépticas. Ela consiste num sistema de controle de temperatura da massa, de maneira que esquente e esfrie de modo uniforme.

A temperagem promove a cristalização e estabilização da manteiga de cacau na massa de chocolate líquida (REINECCIUS, 2006; AFOAKWA et al., 2008), possibilitando a solidificação da massa (aumento do ponto de fusão do chocolate) e melhoria da aparência (aumento do brilho), para posterior envase.

A composição dos ácidos graxos da manteiga, especifica o grau de dureza e o seu ponto de fusão, propriedades importantes na fabricação de chocolates com texturas bem definidas, que ampliam a vida de prateleira do produto.

A temperagem influencia na qualidade do produto final, assegurando propriedades, tais como: dureza e quebra à temperatura ambiente (snap), completa fusão na boca; brilho e um ímpar desprendimento de aroma e sabor (flavor) na degustação (QUAST et al., 2007; LEITE, 2012).

3.1.4. Envasamento/moldagem e embalagem

A etapa final na fabricação do chocolate é o envasamento e a moldagem nas formas (Figura 3). Após o enchimento, as formas passam pela mesa vibradora para retirada de bolhas de ar e acomodação da massa. Em seguida, vão para o túnel de resfriamento, para estabilização dos cristais da manteiga com temperatura entre 9º e 12 ºC, com controle de umidade em torno de 65 %, ajustada com um ambiente refrigerado e desumificado (Figuras 4a e 4b). Após a solidificação dos cristais da manteiga, o produto segue para desmoldagem (retirada das formas) e embalagem em local com temperatura controlada em 22 ºC e umidade relativa de 65 %.

A embalagem tem por objetivo acondicionar o chocolate e despertar o interesse do consumidor. Por ser o chocolate um produto que mancha facilmente na presença de umidade, exige-se que seja feita embalagem individual para cada modelo de forma. As embalagens mais utilizadas para o chocolate são papel laminado e saco de polietileno e polipropileno. Antes da embalagem, o produto deve ficar em repouso, sob refrigeração, com temperatura de cerca de 18 ºC, pelo menos umas duas horas (Figura 5).

Figura 3. Envase nas formas do chocolate temperado.
Foto: Águido Ferreira/Ceplac.

Figura 4 a e b. Resfriamento do chocolate no túnel.
Foto: Águido Ferreira/Ceplac.

Observação: a temperatura de geladeira (12 ºC) não é recomendada para chocolates, pois provoca a perda do brilho.

Após a correta embalagem, o chocolate deve ser conservado em temperatura adequada, em torno de 25 ºC, umidade relativa de 65%, ou sob refrigeração com temperatura em torno de 12 ºC, para evitar o aparecimento dos defeitos: "*fat bloom*" (florescimento de gordura) e "*sugar bloom"* (florescimento do açúcar) na superfície do chocolate, quando exposto a temperaturas inadequadas, sejam altas ou baixas.

Figura 5. Embalagem manual do chocolate. Fonte: Neyde Alice B. Marques/Ceplac/Cepec.

No defeito *"fat bloom"* ocorre a migração da manteiga para a superfície do produto, porque este sofreu calor no armazenamento ou em alguma etapa até chegar ao consumidor, o *"sugar bloom",* ocorre quando se forma uma camada áspera e irregular na superfície do chocolate devido à absorção e condensação de umidade (Figura 6).

Para evitar os defeitos citados, a têmpera ideal para manter os tipos de chocolates que foram desenvolvidos pela Ceplac, que possuem apenas 3 ingredientes, é de 18º a 22 ºC. Já os chocolates comerciais, que recebem outros ingredientes para endurecer, podem ser mantidos/estocados à temperatura de 25 ºC.

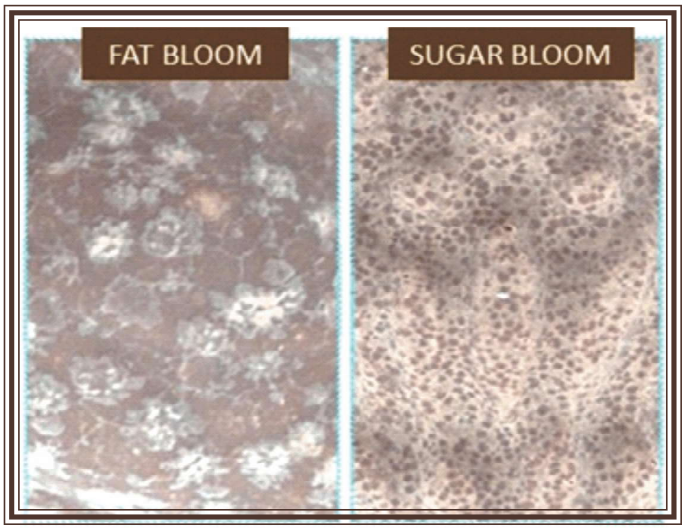


Figura 6. Defeitos na armazenagem do chocolate.
Fonte: Neyde Alice Bello Marques/Ceplac/Cepec).

3.1.5. Passo a passo na fabricação do chocolate

A Figura 7 apresenta as etapas de fabricação de chocolate, a qual tem início na torrefação das amêndoas submetidas à classificação por meio de parâmetros de qualidade. Seguem-se etapas importantes como a torra, que contribui para a liberação do sabor e aroma, eliminação da carga microbiana e redução da umidade. Após a torra, moagem e fragmentação, se obtém os nibs e depois a massa ou líquor de cacau, que é prensada para a extração da manteiga, resultando na torta de cacau, que depois de pulverizada se transforma no cacau em pó.

A mistura dos ingredientes obedece a uma formulação comercial, que envolve a adição dos componentes em uma concha, como descritos a seguir: açúcar, manteiga, leite em pó e outros ingredientes adicionados à massa de cacau. Seguem-se a conchagem para homogeneização e refinamento da mistura, reduzindo o tamanho das partículas dos ingredientes para uma granulometria entre 18 até 20 micras. Nesta fase, eliminam-se água e compostos voláteis indesejáveis, e são aceleradas as reações químicas, sendo a última fase que influencia no sabor desejável do chocolate.

A temperagem é a penúltima fase de fabricação do chocolate, tendo o papel de estabilizar e cristalizar a manteiga de cacau na massa líquida, e desenvolver as características físicas e organolépticas do chocolate.

Finalmente, o produto está pronto para ser embalado visando ao acondicionamento, satisfazer às necessidades e seduzir os desejos do consumidor.

Figura 7. Fluxograma do processamento do cacau em chocolate

4. DERIVADOS DO CACAU

4.1. Nibs de cacau

O nibs é obtido por meio do processo de torragem, fragmentação e descascamento das amêndoas de cacau (Figura 8). O nibs pode ser consumido de várias maneiras: nibs puro, nibs com frutas, iogurtes ou caramelizados com adição de frutas e/ou especiarias (MORORÓ, 2012).

Figura 8. Nibs de cacau. Fonte: Ceplac/Cepec.

O nibs é encontrado no mercado em opções variadas e embalagens sedutoras (Figura 9); o seu consumo vem crescendo anualmente, não apenas devido ao sabor, como também pelo apelo como alimento saudável.

Figura 9. Nibs em embalagens variadas comercializadas no mercado. Fonte: Site das empresas.

4.2. Produção de polpa, mel e geleia de cacau

Até meados da década de 1980, os cacauicultores se dedicavam quase que exclusivamente a produção de cacau em amêndoas. A partir desse período, os produtores foram estimulados a aproveitar os subprodutos do cacau, passando a empreender outros negócios, merecendo destaque o aproveitamento da polpa para produção de suco (ARAÚJO et al., 1999; 2004).

4.2.1. Colheita, recepção e lavagem dos frutos

O aproveitamento de derivados dos frutos de cacau começa com a colheita, quando deve-se fazer a escolha de frutos sadios e maduros, para garantir a quantidade de açúcares e outras substâncias nutritivas necessárias. Em seguida, os frutos são levados para a plataforma da unidade de processamento, onde serão recepcionados e lavados.

A lavagem dos frutos deve ser feita com água clorada, em concentrações que variam de acordo com as condições que chegam do campo, em dosagens que variam de 30 a 50 mL de cloro por litro de água, dependendo das condições higiênicas dos frutos.

O sistema de lavagem dos frutos varia com o tamanho da indústria. Nos grandes empreendimentos, se utiliza um conjunto lavador por imersão, escovamento e jateamento com bicos aspersores de alta pressão. Já os pequenos, utilizam a lavagem manual com escovas.

A operação de lavagem visa à redução da carga microbiana presente na superfície dos frutos, bem como a limpeza de terra e resíduos de agroquímicos (Figura 10). Esta prática é muito importante para garantir a qualidade do produto final, principalmente quando do processamento da polpa e do mel de cacau, que não são submetidos à cocção.

Figura 10. Lavagem de frutos do cacaueiro. Fonte: CEPLAC.

4.2.2. Abertura dos frutos e retirada das sementes

Após a lavagem é feita a abertura dos frutos e retirada das sementes do interior da casca, com muita higiene para evitar contaminação (Figura 11). Essa operação deve ser feita, no máximo, 16 horas após a colheita dos frutos. A abertura dos frutos é feita com instrumento cortante de aço inoxidável.

A retirada das sementes é feita manualmente, num trabalho realizado em dupla. Um trabalhador quebra o fruto e entrega ao outro a parte que sustenta a placenta, contendo as sementes; este as retira e coloca em caixas plásticas higienizadas apropriadas, descartando a casca.

Se a indústria quiser fazer o doce da placenta cristalizado deverá ter outro trabalhador que se encarrega de retirá-la, colocando em um recipiente contendo uma solução com 2% de ácido cítrico, para evitar a oxidação do produto (Figura 12). Frutos que não apresentam polpa suculenta, de coloração branco leitosa, serão descartados, sendo as amêndoas utilizadas apenas para industrialização.

Figura 11. Abertura dos frutos e retirada das sementes. Fonte: Ceplac.

Figura 12. Doce de cibirra cristalizada. Fonte: Ceplac

4.2.3. Extração da Polpa de Cacau

A polpa de cacau é um substrato mucilaginoso, de coloração branco leitosa, sabor ácido adocicado, rico em nutrientes e que apresenta boas perspectivas para industrialização, devido ao seu sabor característico. Quimicamente, assemelha-se à polpa de outros frutos tropicais, tais como: graviola, cupuaçu, cajá, etc.

As sementes de cacau frescas contém em torno 35 a 40% de polpa. Dessa maneira pode-se extraí-la sem prejuízo no processo de fermentação das amêndoas, o que, inclusive, traz benefícios indiretos, melhorando a qualidade do cacau pela redução do teor de acidez.

O despolpamento é feito em despolpadeira industrial de aço inoxidável, do tipo contínua ou semicontínua (Figura 13). A polpa é extraída através dos efeitos combinados da força centrífuga e do atrito entre as sementes e a parede do cilindro perfurado, provocado por um eixo horizontal de paletas de borracha. A polpa é liberada pelos orifícios da tela com 2,5 mm, sendo as sementes despolpadas e descarregadas através de uma tampa que fica instalada na parte frontal da máquina, quando são encaminhadas para o cocho de fermentação (Figura 14).

Finalmente, a polpa é embalada em máquinas com embalagens de tamanho e peso que atendem às necessidades do mercado. As mais comuns são confeccionadas em sacos de plástico de 100g, 150g, 200g ou 1.000g e conservadas em congelamento (Figura 15).

Figura 13. Extração da polpa na despolpadeira.
Fonte: Águido Ferreira/CEPLAC.

Figura 14. Sementes de cacau após a extração da polpa.
Fonte: Águido Ferreira/CEPLAC.

Figura 15. Polpa de cacau congelada.
Fonte: Águido Ferreira/CEPLAC.

A polpa de cacau é um produto abundante em nutrientes, rico em pectina (2,5%) e Vitamina C (10,0 mg/100g) e com um sabor agradável.

A qualidade das polpas de cacau e de outras frutas é regulamentada pela Instrução Normativa nº 1, de 07 de janeiro de 2000, do Ministério da Agricultura e Pecuária, que determina os Padrões de Identidade e Qualidade (PIQ). Ela define polpa de fruta como sendo o produto não fermentado, não concentrado e não diluído, obtido de frutos polposos, através de processo tecnológico adequado, com um teor mínimo de sólidos totais, provenientes da parte comestível do fruto.

No mercado interno, a polpa de cacau vem sendo utilizada por indústrias de

alimentos, como matéria-prima para a fabricação de suco, néctar, refrescos, sorvetes, etc. A exploração comercial da polpa de cacau na Bahia não tem expandido de forma a acompanhar a demanda do mercado, devido ao alto custo de implantação de agroindústria de polpa, custos elevados de financiamentos, além da sazonalidade na produção de cacau.

4.2.3.1. Néctar

O Néctar da polpa de cacau é obtido pela mistura de polpa integral de frutos maduros (minimo de 50%), água potável, sacarose, ácidos e outras substâncias permitidas pela legislação. Ele pode ser preparado em linha de processamento normal de suco de frutas, filtrando-se a polpa para retirada de impurezas, misturando-a com água e ingredientes da formulação, sofrendo desaeração, homogeneização, pasteurização e engarrafamento.

A pasteurização do néctar pode ser feita em pasteurizadores do tipo placas a uma temperatura de 85º a 90 ºC, por três minutos. O acondicionamento é feito à quente, em garrafas de 500 mL, a uma temperatura entre 75º C e 80º C. Após esta operação, as garrafas são deixadas em posição horizontal por cerca de três minutos, devendo ser resfriadas em água à temperatura ambiente.

O projeto Agroindústria da Agroindústria da Polpa de Frutas possibilitou a instalação do cluster da agroindústria de sucos de frutas tropicais na Região Sul da Bahia, especialmente no Vale do Rio de Contas, abrindo mercado não apenas para a exploração da polpa de cacau, como também de outras frutas tropicais (Figura 16) (ARAÚJO et al., 2004).

Figura 16. O mercado de polpa de frutas, movimentando o *cluster* da agroindústria de sucos no Sul da Bahia.
Fonte: Sites das empresas: Bahia Frut; Natural Frut e Doce Mel.

4.2.3.2. O mercado de polpa de frutas

A Ceplac desenvolveu parceria com a Seagri (Secretaria da Agricultura, Pecuária, Irrigação, Pesca e Aquicultura), Senar (Serviço Nacional de Aprendizagem Rural), Sebrae (Serviço Brasileiro de Apoio às Micro e Pequenas Empresas), Uesb (Universidade Estadual do Sudoeste da Bahia) e Consórcio de Prefeituras do Vale do Rio de Contas, visando à expansão da fruticultura na Região Sul da Bahia, com o propósito de incrementar as receitas nas propriedades produtoras de cacau. Estas iniciativas contribuíram para aumentar a eficiência na produção de frutas e agregação de valor aos produtos. Através deste trabalho, as agroindústrias passaram a produzir polpa de cacau e de outras frutas tropicais, possibilitando a expansão dos plantios de graviola, cupuaçu, acerola, açaí, coco, cajá, jenipapo e aproveitamento de frutas oriundas de outras regiões da Bahia e outros estados nordestinos, a exemplo de maracujá, abacaxi, manga, caju, umbu, goiaba, tangerina e tamarindo (Figura 16). Como resultado houve o aumento na criação de empregos e geração de uma renda superior a R$ 100 milhões na cadeia de valor da fruticultura (ARAÚJO et al., 2004).

4.2.4. Mel de Cacau

O mel de cacau é um produto de sabor bastante apreciado, podendo ser consumido in natura, bem como utilizado para fazer licores, aguardentes, vinagres ou geleia de cacau.

O mel é um substrato aquoso, transparente, viscoso e de sabor ácido agradável, adocicado, rico em açúcares e pectina, extraído da mucilagem que envolve as sementes frescas. Ele é obtido através da prensagem ou centrifugação da polpa (MORORÓ, 2012).

Para a extração do mel, colocar a polpa em caixas de madeira ou aço inoxidável com capacidade para 40 a 50 kg de sementes frescas, sendo as mesmas perfuradas para escoamento do líquido. Cada caixa com estas quantidades de sementes proporcionará um rendimento entre 10 a 20 litros de mel.

Após a colocação das sementes na caixa, deve-se fazer uma leve pressão com o cuidado para não causar danos às sementes e nem retirar a água existente no seu interior.

O ideal é que o mel seja extraído de frutos colhidos no mesmo dia. Logo após o processo de extração, o mel deve ser congelado para que seja conservado.

4.2.5. Geleia de cacau

A geleia de cacau é o produto obtido pela cocção do mel de cacau. Na sua fabricação, apenas adiciona-se açúcar, na proporção de 2:1, já que o mel de cacau apresenta todos os componentes necessários para uma boa geleificação, como mencionados a seguir: pH 3,2 a 3,6; pectina 1,5 a 2,5 %; e sólidos solúveis 10 a 15%. A mistura deve ser concentrada, até ficar com a consistência gelatinosa, na

temperatura de 106 ºC ou pelo uso de refratômetro, atingindo 65º a 69º Brix. Após o resfriamento, o produto apresenta um aspecto gelatinoso e translúcido. A geleia é um doce muito apreciado, devido ao sabor exótico e as propriedades organolépticas do cacau (Figura 17).

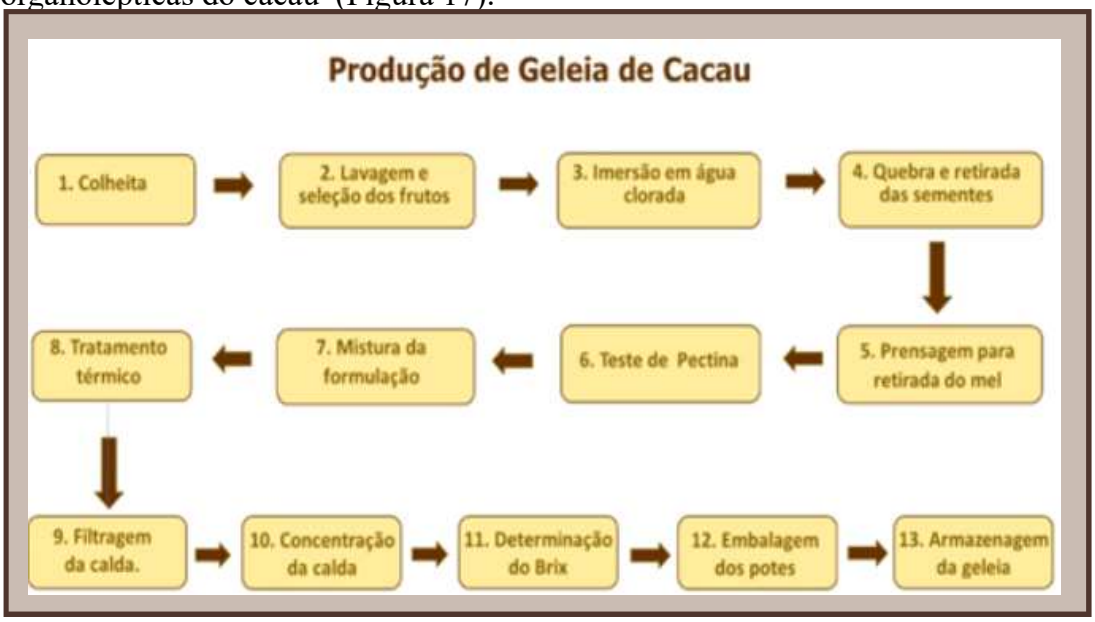


Figura 17. Fluxograma de processamento de geleia de cacau

4.2.5.1. Etapas do processamento

i) Ingredientes: para a produção de geleia com 10 litros de mel de cacau serão necessários 5 kg de açúcar.

ii) Obtenção do mel: este processo tem início com a colheita, lavagem e seleção dos frutos. Em seguida faz-se a imersão em água clorada por 30 minutos. Posteriormente faz-se a quebra dos frutos, retirada das sementes e prensagem para a retirada do mel.

iii) Teste de pectina: para esta aferição, adicionam-se 10 ml de mel de cacau e 10 ml de álcool. Se o gel resultante da mistura for consistente, significa que o mel tem pectina suficiente, não havendo necessidade de complementação; se não for consistente, deverá ser feita a adição de pectina.

iv) Mistura da formulação: consiste em adicionar açúcar a 40 ou 50% e ácido cítrico na proporção de 0,5 g/ml de mel , sendo este último, opcional.

v) Tratamento térmico: nesta fase faz-se o aquecimento da mistura até dissolver o açúcar.

vi) Filtração da calda: após a dissolução do açúcar faz-se a filtração da calda.

vii) Concentração: a concentração poderá ser feita em tacho aberto com fogo direto ou em tacho de parede dupla com vapor gerado através de uma caldeira.

viii) Determinação do Brix: com uso de um refratômetro, faz-se a determinação que deve ser de 65 a 69 graus. Na prática, isso pode ser percebido ao verificar a formação do "ponto de fio ou de placa", ao suspender a espumadeira. Ao verificar que a calda alcançou o ponto ideal, retira-se a panela do fogo e aguarda-se até a calda estabilizar para retirar a espuma da geleia.

ix) Embalagem: coloca-se a geleia em potes de vidro ou polietileno (Figura 18) retirando-se novamente a espuma da geleia; em seguida fecha-se com a tampa para evitar entrada de ar. No caso da utilização de pote de vidro, recomenda-se virar o pote com a tampa para baixo por uns 10 minutos, com objetivo de eliminar os microrganismos que ficam no espaço livre entre a tampa e a superfície da geleia .

x) Armazenamento: a geleia depois de embalada deve ser armazenada à temperatura ambiente. Ao iniciar o consumo, coloque o restante na geladeira.

xi) Rendimento: o percentual de geleia obtida em relação a quantidade de mel empregado é em torno de 60 %. Contudo, este rendimento é influenciado pelo teor de sólidos totais.

Figura 18. Geleia de cacau.
Fonte: Ceplac.

5. AVANÇO DA INDÚSTRIA DE CHOCOLATE COM ALTO TEOR DE CACAU NAS REGIÕES PRODUTORAS

A agregação de valor no agronegócio cacau, por meio do processamento da amêndoa ao chocolate, foi sempre um propósito dos empreendedores da cadeia produtiva. A primeira fábrica de chocolate do Brasil foi instalada pela família Neugebauer em Porto Alegre, em 1891. Nas décadas seguintes, novas marcas se estabeleceram no mercado, mas sempre empreendidas por empresas de grande porte.

Produzir chocolate no âmbito das regiões produtoras de cacau e em nível da pequena agroindústria, sempre foi um desafio difícil. Entre as razões para isso, mencionam-se as seguintes: i) dificuldade de equipamentos de pequeno porte com custo acessível e operacionalidade em nível de pequena empresa; ii) necessidade de oferecer um produto competitivo no mercado; iii) complexidade em empreender um negócio que exige competência nos segmentos de insumos, produção, industrialização, distribuição, marketing e comercialização.

Com a criação do Projeto de Aproveitamento Integral do Cacau, a Ceplac buscou parceria com indústrias brasileiras e contou com o apoio financeiro da FAPESB/SECTI, a fim de desenvolver máquinas de pequeno e médio porte, e pesquisar formulações de massas de cacau que atendessem às necessidades e desejos dos apreciadores de um bom chocolate. Esta iniciativa resultou na disponibilização de máquinas e equipamentos para a pequena e média indústria, além de formulações de chocolate que são hoje utilizadas por mais de duzentas marcas existentes em todo o país.

Entre os equipamentos disponibilizados para a indústria, destacam-se os modelos conhecidos como *melangers*, que são moinhos de pedra modernos e de fácil manuseio, empregados na moagem de nibs, mistura e refino dos ingredientes para fabricação de chocolate em pequenas e médias quantidades (Figura 19). Também foram adaptados fornos para a torra, descascadores, extratores de manteiga, classificadores para limpeza de amêndoas, que são encontrados no mercado em diferentes modelos e opções de preço.

A disponibilidade desses equipamentos impulsionou a implantação de dezenas de indústrias de chocolate no Brasil e abriu perspectiva para produção deles nas regiões produtoras de cacau, como ocorrido com o avanço da indústria metalúrgica, na esteira da demanda por secadores e barcaças.

Figura 19. *Melanger* de capacidade de 4,5 kg com moinho de pedras.
Fonte: Neyde Alice B. Marques/Ceplac/Cepec.

5.1. Fabricação de chocolates com alta concentração de cacau

O Brasil está entre os cinco maiores mercados consumidores de chocolate e é o sétimo produtor de cacau do mundo, mas com perspectiva de figurar entre os maiores produtores. Este cenário gerou perspectiva para a produção de chocolate por parte de empresas das regiões cacaueiras, especialmente dos produtores de cacau. Para tanto, era preciso oferecer um produto diferenciado com atributos singulares associados a qualidade do cacau, assim como a cultura, história e riqueza ambiental.

O primeiro passo foi dado com o desenvolvimento de formulações de chocolates com alta concentração de cacau. Neste sentido, realizou-se uma pesquisa avaliada por meio de análise sensorial dos chocolates, envolvendo 65 provadores não treinados, recrutados entre alunos e funcionários da Faculdade do Sul, situada na cidade de Itabuna, Bahia. Foi utilizado o teste de ordenação-preferência, no qual os voluntários registravam a ordem das amostras de acordo com a predileção.

Os resultados apresentados na Tabela 2 foram analisados estatisticamente, mostrando a preferência pela concentração de 42 % de massa de cacau, mas, sem diferença significativa em relação às amostras com 40, 44, 46, 48 e 50% (MORORÓ, 2012).

A partir dos resultados da pesquisa, fez-se a opção pela formulação com a concentração de 56,6% de cacau (50% de massa + 6,6 de manteiga), criando o padrão conhecido como "*dark milk*". Este foi o marco inicial para o uso em larga escala da formulação de chocolate com alto teor de cacau, desconhecido até então para o consumidor brasileiro. Hoje, as formulações evoluíram para 70 % de massa de cacau, usada incialmente pelos produtores de chocolates das pequenas indústrias, sendo adotadas posteriormente pelas grandes indústrias brasileira.

Tabela 2. Análise sensorial e indicação de preferência por formulações de chocolate com diferentes % de massa de cacau

Formulações	Percentagem dos componentes (%)					
Massa de cacau (%)	40	42	44	46	48	50[1]
Açúcar (%)	46	44	42	40	38	36
Leite em pó (%)	7	7	7	7	7	7
Manteiga de cacau (%)	6,6	6,6	6,6	6,6	6,6	6,6
Lecitina de soja (%)	0,4	0,4	0,4	0,4	0,4	0,4

Fonte: Pesquisa realizada através da Ceplac/Cepec (MORORÓ, 2012).
[1]-Amostra escolhida

5.2. Capacitação de empreendedores e incubação de empresas

Com a geração de oportunidades para agregação de valor ao cacau, através da instalação de agroindústrias e criação de marcas de chocolate, surgiu a necessidade de capacitar os produtores das regiões produtoras de cacau para produzirem matéria-prima de qualidade e industrializarem o chocolate com diferentes proporções de massa de cacau.

Em 2003, a Ceplac criou o Centro Euclides Neto de Desenvolvimento e Capacitação Tecnológica Agroindustrial, onde fez a incubação de cerca de 40 empresas, criando marcas de chocolate com alto teor de cacau, atualmente em atuação no mercado. Para este desafio foram desenvolvidas, adaptadas e transferidas tecnologias para a produção de matéria prima destinada a produção de cacau de qualidade e processamento de chocolates finos de diferentes marcas regionais, visando aumentar a competitividade das empresas. Essas empresas contaram com o apoio da Ceplac e do Sebrae, até se posicionarem no mercado.

6. A QUALIDADE DO CACAU E DO CHOCOLATE NO BRASIL

No Brasil existem mais de 200 marcas de chocolates *Bean to Bar* e *Tree to Bar*/Origem, produzidas em vários estados. Cerca de 70 marcas estão na Bahia, sendo que 23 empresas adquirem amêndoas de produtores, e as demais fazem a verticalização desde a produção na fazenda até a indústria (SEBRAE, 2019).

O processo de agregação de valor ao cacau deve dar ênfase à qualidade e a estratégia para a conquista de nichos de mercado. Atualmente, os consumidores estão valorizando chocolates saudáveis com menor teor de açúcar e aromas de constituição diferenciados, aflorados no processo de pós-colheita, permitindo a produção de chocolates com sabores característicos (PEREIRA, 2022).

A história econômica e sociocultural das regiões produtoras de cacau fortalece o conceito de que o consumidor está adquirindo um produto que garante a sustentabilidade nos Biomas Floresta Amazônica e Mata Atlântica, dando uma importante contribuição para o desenvolvimento sustentável.

7. PÓS-COLHEITA E PROCESSAMENTO DO CACAU FINO

Na produção de cacau fino deve-se dar ênfase a atributos importantes como aroma e sabor, cujas constituições são influenciadas por fatores como: solo, altitude, relevo, elementos climáticos (temperatura, umidade relativa, precipitação, ventos e radiação), além do material genético e do manejo, que inclui a colheita dos frutos, pós-colheita e processamento até a produção do chocolate (SANTOS, 2012).

No campo, o produtor tem um papel importante desde a colheita, a fim de assegurar a entrega de um produto com atributos de qualidade, potencializados no

beneficiamento. Para tanto, devem ser atendidos os seguintes critérios:

i) **Colheita:** realizar a retirada de frutos sadios e com maturação uniforme; a quebra deve ser planejada, retirando-se uma quantidade de frutos compatível com a capacidade do cocho, a fim de assegurar uniformidade na fermentação.

ii) **Fermentação:** para assegurar uma boa fermentação, deve-se evitar a mistura de cacau mole de diferentes dias de quebra. Durante a fermentação, controlar as fases alcoólica (anaeróbica) e acética (aeróbica), através do monitoramento da temperatura para revolvimento do cacau nos prazos adequados, possibilitando uma aeração que permita as reações químicas e bioquímicas desejadas, que resultem na formação dos percussores do sabor e aroma do chocolate.

iii) Secagem: esta etapa deve ser realizada, preferencialmente, natural, exposta ao sol, de maneira gradual e controlada, para ocorrer a cura das amêndoas sem o aparecimento de mofo interno.

iv) Armazenagem: o cacau seco deve ser armazenado em ambiente controlado, com as laterais das paredes revestidas com tábuas de madeira, a fim de evitar excesso de umidade, que favorece o ataque de fungos e a presença de mofo; também deve-se evitar o acesso de insetos e a proximidade de insumos.

7.1. Aromas de constituição do chocolate

Barel (1999), citado por Santos, (2012), define os aromas do cacau até a transformação em chocolate, conforme a seguir:

- **Aroma de constituição:** está presente nas sementes frescas, sendo caracterizado por notas frutadas, florais e outras.
- **Aroma de fermentação:** é desenvolvido no cotilédone da semente, ao ser transformada em amêndoa, devido às reações bioquímicas que vão converter as substâncias de reservas da polpa em precursores do aroma do chocolate com sabores de frutas, secas ou frescas, madeira, tabaco, específicos para diferentes ambientes (CROS; JEANJEAN,1989).
- **Aroma térmico:** desenvolvido no processo de torrefação das amêndoas, quando os precursores entram em reação entre si para propagarem os compostos do aroma e sabor chocolate.

Para que se alcance um cacau com amêndoas de qualidade é necessário o controle de todas as etapas do processamento, de maneira a assegurar sabor e aroma desejados da amêndoa ao chocolate.

Segundo a Organização Internacional do Cacau - ICCO (2008), o cacau fino e aromático é aquele cuja variedade vem do cacau Criollo, Trinitário ou "Nacional" do Equador, produzidos em países que cultivam essas variedades.

No entanto, esse conceito está mudando, tendo em vista que nos concursos de qualidade têm havido premiações para todas as variedades de cacau apresentadas.

No processamento do chocolate fino é imprescindível que as amêndoas comercializadas estejam limpas, sem defeitos e com bom índice de fermentação, pois elas são vendidas por preços diferenciados, uma vez que o produtor gasta muito mais horas trabalhadas no seu preparo, quando comparado ao cacau comercial ou bulk. Nas formulações destes chocolates diferenciados, utiliza-se massa de cacau e adição de mais manteiga de cacau, não sendo permitido o uso de gordura vegetal.

O uso de diferentes tipos de cacau tem influência na qualidade e sabor do chocolate, por definir os predecessores das características sensoriais que geralmente dependem da origem das amêndoas, das variações nas proporções dos ingredientes e dos métodos de processamento, que são influenciados pelas preferências dos consumidores e pelas práticas das indústrias chocolateiras (LEITE, 2012).

7.2. Análise sensorial

A análise sensorial é uma ferramenta científica de definição e medida dos atributos de qualidade que identificam as diferenças sensoriais. A Análise Descritiva Quantitativa (ADQ) é um método de avaliação sensorial que identifica, descreve e quantifica os atributos sensoriais de um produto. A ADQ descreve as propriedades sensoriais dos produtos e mede a intensidade em que são percebidas pelos provadores, apresentando as características sensoriais com precisão em termos matemáticos. Trata-se de uma técnica valiosa para se obter melhores informações sobre a aparência, o aroma, o sabor ou a textura dos alimentos (MONTEIRO, 2002 citado por LEITE, 2012).

Na análise, considera-se que há "excelência em cacau" quando há ausência de defeitos, condição em que uma matéria-prima expressa o potencial genético do cultivar utilizado. Em contraste, considera-se que há "defeito" quando a qualidade da matéria-prima não reflete a expressão do potencial genético (ICCF, 2016).

Na avaliação sensorial da qualidade do cacau fino e aromático, são considerados os atributos básicos de sabor cacau, amargor, acidez, adstringência e dulçor, baseados na intensidade. Esses critérios devem ser equilibrados, agradáveis ao paladar, enquanto os defeitos (amêndoas ardósias, achatadas, duplas, mofo, insetos, odores estranhos, de fumaça, sobrefermentado e outros) são atributos indesejáveis que desclassificam o cacau.

As notas secundárias como florais, frutados, amendoados, amadeirados, especiarias, caramelo, etc., valorizam o cacau. Nessa avaliação, é utilizada a roda de aromas do cacau de Seguine; Suka, (2015), que quantifica os critérios citados, e a nota da Qualidade Global para a classificação da amostra.

A avaliação da qualidade do cacau é complementada pelo índice de amêndoas fermentadas (prova de corte), análises físico-químicas (tamanho e peso das amêndoas, umidade, pH), e a correspondente interpretação dos resultados.

As amêndoas de cacau de qualidade possibilitam a fabricação de chocolates intensos, varietais e de origem, que são produzidos com amêndoas oriundas de regiões geográficas e cultivares específicos, sendo que o sabor dessas amêndoas é fortemente influenciado pelo meio ambiente onde é produzido, conferindo a esses produtos uma identidade de origem (LUNA et al., 2002). Tendências para esse tipo de produto são mais fortes em empresas artesanais e de pequena escala.

7.3. Linha do tempo do cacau de qualidade

Elementos da linha do tempo para o desenvolvimento da qualidade do cacau na Bahia, que depois se expandiu para os estados do Pará e Espírito Santo:

2006 - Criação da Norma e Especificação de Qualidade da APCFE (Associação dos Profissionais do Cacau Fino e Especial de Ilhéus).

2009 - Realização do I Festival do Cacau e Chocolate de Ilhéus – BA.

2009 - Participação dos produtores em concursos nacionais e internacionais de qualidade de cacau. Criação do Internacional Programa Cacau de Excelência - CoEx, que distribui o Prêmio Internacional do Cacau - ICA. O CoEx foi criado para salvaguardar a diversidade do sabor do cacau e melhorar a subsistência dos agricultores, por meio da promoção de origens de alta qualidade das diversas regiões produtoras de cacau do mundo.

2010 e 2011 - O produtor da Bahia, João Dias Tavares Bisneto, da fazenda Leolinda, recebeu o Prêmio Internacional de Cacau - ICA no Salão do Chocolate de Paris; em 2010, ele venceu com a variedade Forastero, mistura de Pará, Parazinho e Maranhão, e no ano seguinte, venceu com um híbrido de Scavina.

2017 - Aumento expressivo de marcas de chocolates *Bean to Bar* e *Tree to Bar* no mercado. Neste ano, houve aumento na concentração das formulações da massa de cacau para a escala de até 100%, possibilitando a oferta de chocolates diferenciados, assim como verificou-se a mudança de hábito dos consumidores.

2017 - O produtor do Espírito Santo, Emir de Macedo Gomes Filho, da fazenda São Luís, recebeu o Prêmio Internacional de Cacau - ICA no Salão do Chocolate de Paris com uma mistura de clones Trinitários (PS 1319, PH 16, SJ02, CEPEC 2008 e BN 34).

2018 - Concessão do selo da IP – Indicação de Procedência pelo INPI dentro da Indicação Geográfica – IG.

2019 - Parceria CEPLAC/CIC nos concursos nacionais e internacionais, e a criação do Comitê Nacional de Qualidade de Cacau Especial – CNQCE.

2019 - O Brasil entrou na lista do Anexo C do ICCO como país exportador de 100% de cacau fino e de aroma durante reunião do Conselho Internacional na Costa do Marfim.

2021 - Três produtores brasileiros receberam o Prêmio Internacional de Cacau - ICA no Salão do Chocolate de Paris, sendo João Dias Tavares Bisneto da Bahia, premiado com a variedade Forastero Catongo - CAT 1, e Angélica Maria Tavares Lima Fernandes, com a variedade Trinitário FL 89. Por sua vez, o produtor do Pará, Joo Evangelista foi premiado com a variedade Forastero, de híbridos transamazônicos.

O CoEx é a competição de maior prestígio internacional no mercado do cacau, sendo importante por proporcionar o reconhecimento global aos produtores de cacau de alta qualidade, celebrando a diversidade de sabores e aromas das diferentes origens do mundo. Os concursos internacionais das regiões produtoras do Brasil celebram a diversidade existente e promovem a imagem do cacau brasileiro nos mercados nacional e internacional, assim como fazem a divulgação dos produtores que trabalham o cacau fino.

O selo de Indicação de Procedência - IP, concedido em 2018, tem como objetivo proteger e valorizar o cacau da Região Sul da Bahia (Figura 20). Ele abrange 83 municípios da região e um universo de 25.000 produtores. O selo exige padrões de qualidade nas amêndoas, como: índice de fermentação ≥ 60% de marrom + branca compartimentada e aroma natural livre de odores estranhos (Figura 21); defeitos externos, máximo de 3%, 1% de ardósia e mínimo de 6% de umidade. O selo é um estímulo à profissionalização do produtor, tanto na pós-colheita, quanto na fabricação de chocolates, quando se exige cacau de qualidade comprovada.

Figura 20. Cacau com selo de Indicação de procedência. Fonte: CEPLAC.

Figura 21. Selo de Procedência. Fonte: ACSB

8. CONSIDERAÇÕES FINAIS

A verticalização da cadeia produtiva está mudando a realidade das regiões produtoras de cacau com a oferta de produtos diferenciados e competitivos, como chocolates e derivados.

A busca de conhecimento pelo produtor para a produção de cacau de qualidade, chocolate com alto teor de cacau, nibs, manteiga, polpa, mel, geleia, aguardentes, vinho, licor, vinagre, melaço, coquetéis e comercialização do fruto in natura, aliados a investimentos realizados para apresentação e valorização das marcas, agregam valor aos produtos regionais, gerando alternativas para elevação da renda.

A mudança do perfil do consumidor que associa intenso teor de cacau com saúde e deseja consumir chocolates diferenciados, impulsionou a oferta desses produtos, que hoje são oferecidos em todo o país e vêm contribuindo para o crescimento do mercado. Tudo isso contribuiu de maneira extraordinária para a expansão de produção de chocolate gourmet. Atualmente, existem mais de 200 empresas produtoras de chocolate.

Existem no país amplas possibilidades de associação dos atributos de qualidade do cacau e chocolate com as particularidades das regiões produtoras de cacau. O Brasil dispõe de amplos recursos genéticos que permitem a produção de cacau vinculada às particularidades socioambientais das regiões produtoras, podendo, assim, conquistar nichos de mercado, alcançando preços mais elevados. A "origem Brasil" é um atrativo valioso para conquistar consumidores internacionais, principalmente os europeus.

A CEPLAC se faz presente nesta história e escreveu este legado com projetos e ações voltadas para o desenvolvimento de tecnologias alternativas de agregação de valor ao cacau, melhoria da qualidade do produto, além da sensibilização e capacitação dos produtores, habilitando-os a produzir e empreender o agronegócio cacau da amêndoa ao chocolate, contribuindo para a formação do cluster da indústria de chocolates do sul da Bahia e do Brasil.

9. REFERÊNCIAS

AFOAKWA, E. O.; PATERSON, A.; FOWLER, M.; VIEIRA, J. Relationship between rheological, textural and melting properties of dark chocolate as influenced by particle size distribution and composition. **European Food Research Technology**, Germany, v. 227, p. 1215-1223, 2008.

ALVES, S. A. M. **Epidemiologia da vassoura de bruxa (*Crinipellis perniciosa* (Stahel) Singer) em cacaueiros enxertados em Uruçuca, Ba.** 2002. 70 p. Dissertação (Mestrado em Agronomia) - Universidade de São Paulo, Escola Superior de Agricultura "Luiz de Queiroz", Piracicaba, São Paulo, 2002.

ARAUJO, A. C. de; SILVA, L. M. R.; KHAN, A. S. Custo e rentabilidade da produção de frutas na região sudeste da Bahia. **Proceedings** [...] In: INTERAMERICAN SOCIETY FOR TROPICAL HORTICULTURE, Miami, v. 47, p. 87-80, 2004.

ARAUJO, A. C. de; KHAN, A. S.; SILVA, L. M. R.; VALENÇA, L. H. R.; CARVALHO, R. M.; VALLE, R. R. O agribusiness de polpa de frutas no estado da Bahia. **Anais** [...] In: CONGRESSO BRASILEIRO DE ECONOMIA E SOCIOLOGIA RURAL, Foz do Iguaçu. Brasília: SOBER, XXXVII, 1999.

BAREL, M. **Du cacao au Chocolat, l'épopée d'une gourmandize.** Paris: Éditions Quae, 2009. 146p.

BRASIL. MINISTÉRIO DA SAÚDE. **Legislação. Resolução RDC Nº 264, de 22 de setembro de 2005.** Aprova o "Regulamento técnico para chocolate e produtos de cacau". Brasília, Distrito Federal: Ministério da Saúde/Agência Nacional de Vigilância Sanitária, 2005.

CROS, E.; JEANJEAN, N. Formation de l'arôme cacao. In: **Cacao et Chocolat: Production, Utilisation, Caractéristiques.** Paris: Tec & DocLavoisier, 1989. p. 187-206.

COUNET, C.; CALLEMIEN, D.; OUWERX, C. C. S. Use of gas chromatography-olfactometry to identify key odorant compounds in dark chocolate. Comparison of samples before and after conching. **Journal Agriculture Food Chemistry,** v. 50, p. 2385-2391, 2002.

CRUZ, J. F. M. **Caracterização das sementes de variedades de cacau *Theobroma cacao* L. resistentes à vassoura de bruxa durante a fermentação e após a secagem.** 2012. Dissertação (Mestrado em Ciências dos Alimentos) - Faculdade de Farmácia, Universidade Federal da Bahia, Salvador. 2012.

EFRAIM, P. **Contribuição à melhoria de qualidade de produtos de cacau no Brasil, através da caracterização de derivados de cultivares resistentes à vassoura-de-bruxa e de sementes danificadas pelo fungo.** 2009. Tese (Doutor em Tecnologia de Alimentos) - Faculdade de Engenharia de Alimentos, Universidade Estadual de Campinas, Campinas, 2009.

FERREIRA, B. C. F.; PIEREZAN, M. D.; MALAGHINI, C. M. E.; MANASSI, C. F.; VERRUCK, S. Processamento de cacau e chocolate: influência sobre a qualidade do produto final. In: **Avanços em Ciências e Tecnologia de Alimentos.** v. 5: p. 300-334, 2016. Disponível em: file:///C:/Users/User/Documents/DIAGRAMA%C3%87%C3%83O/CAP%C3%8DTULO%2016.%20FABRICA%C3%87%C3%83OHOCOLATE20DO%20CACAUFABRICA%C3%87%C3%83O%20DO%20CHOCOLATE.pdf. Acesso em Mai. 2024.

INSTITUTO DE CACAU E CHOCOLATE FINO (ICCF). Curso de Cacau Fino. In: VIII FESTIVAL INTERNACIONAL DO CACAU E CHOCOLATE, 2016, Ilhéus. **Palestras** [...] Ilhéus, Bahia: ICCF, 2016.

INTERNATIONAL COCOA ORGANIZATION. ICCO. **Quaterly Bulletin of Cocoa Statistics,** Vol. XLIX, n. 2, Cocoa year 2022/2023. Published May, 2023.

INTERNATIONAL COCOA ORGANIZATION (ICCO). **Revisão do anexo "C" do acordo internacional do cacau.** Londres: ICCO, 2008. 12 p.

LEITE, P. B. **Caracterização de chocolates provenientes de variedades de cacau *Theobroma cacao* L. resistentes a vassoura de bruxa.** 2012. 170 p. Dissertação (Mestrado em Farmácia) - Faculdade de Farmácia, Universidade Federal da Bahia, Salvador. Bahia, 2012.

LUNA, F.; CROUZILLAT, D.; CIROU, L.; BUCHELI, P. Chemical composition and flavor of Ecuadorian cocoa liquor. **Journal of Agricultural and Food Chemistry,** v. 50, n. 12, p. 3527-3532, 2002.

MONTEIRO, M. A. M. **Caracterização sensorial da bebida de café (*Coffea arabica* L.): análise descritiva quantitativa, análise tempo-intensidade e testes afetivos.** 2002. Tese (Doutorado em Ciência e Tecnologia de Alimentos) - Universidade Federal de Viçosa, Viçosa -MG, 2002.

MORORÓ, R.C. Aproveitamento dos Derivados, Subprodutos e Resíduos do Cacau. In: Valle, R.R. et al. **Ciência, Tecnologia e Manejo do Cacaueiro.** 2 ed. Brasília, DF: Ceplac/Cepec, 2012. p.597-653.

POSSIGNOLO, A. A. **Perfil proteico de sementes de acessos de cacaueiro no desenvolvimento do sabor de chocolate.** 2010. Dissertação (Mestrado em Ciências) - Centro de Energia Nuclear na Agricultura, Universidade de São Paulo, Piracicaba, São Paulo, 2010.

QUAST, L. B. et al. Influência da incorporação de gordura de cupuaçu na temperagem da manteiga de cacau. **Brazilian Journal of Food Technology,** São Paulo, v. 10, n. 2, p. 130-136. 2007.

REINECCIUS, G. **Flavor chemistry and technology.** 2. ed. Boca Raton: Taylor; Francis, 2006. 489 p.

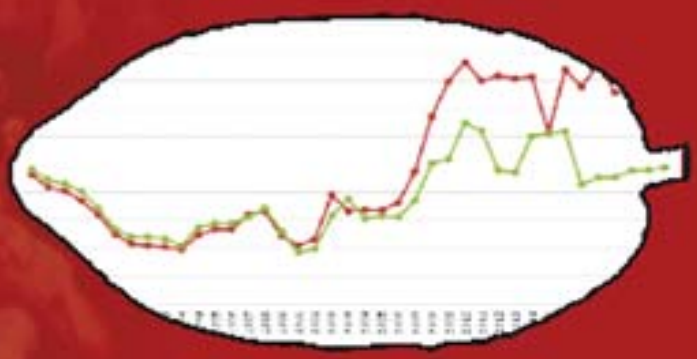
SANTOS, A. M.; SANTOS, G. B. M.; SANTOS, P. B. M. Cacau: A Diferenciação pela Qualidade como Estratégia para Elevação do Preço no Mercado Internacional (Nota Científica). **Agrotrópica**, Ilhéus, Bahia, Brasil: Ceplac/Cepec, 24 (3): 197 - 206. 2012.

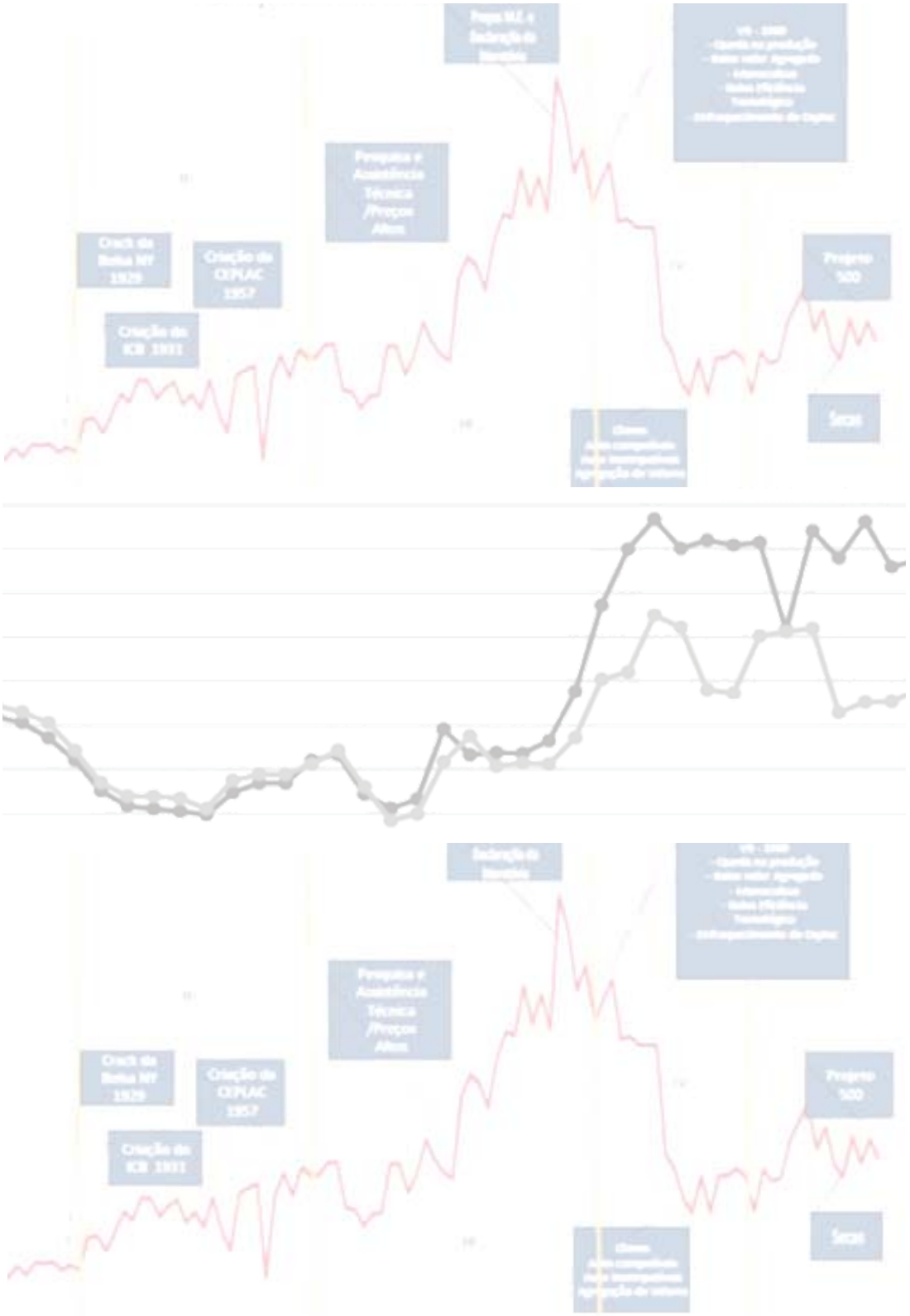
SEGUINE, E.; SUKHA, D. Flavour wheel with main categories and sub categories for both liquor and chocolates. In: **Cocoa Research Centre Sensory Training Guide.** Cocoa Research Centre, University of the West Indies, 2015.

SERVIÇO BRASILEIRO DE APOIO ÀS MICRO E PEQUENAS EMPRESAS (SEBRAE). **Arapyaú I. Análise Estratégica Setorial - Cacau do Sul da Bahia.** Salvador: Sebrae/Instituto Arapyaú, 2019. 264 p. (Documento Final). Disponível em: www.ba.sebrae.com.br.

CAPÍTULO 17

Comercialização de cacau em amêndoas e derivados




Pesquisa e Assistência Técnica /Preços Altos
Projeto 500
Crack da Bolsa NY 1929
Criação da CEPLAC 1957
Criação do ICB 1931
Pesquisa e Assistência Técnica /Preços Altos
Projeto 500
Crack da Bolsa NY 1929
Criação da CEPLAC 1957
Criação do ICB 1931

COMERCIALIZAÇÃO DE CACAU EM AMÊNDOAS E DERIVADOS

Antonio Cesar Costa Zugaib

1. INTRODUÇÃO

A comercialização consiste na venda de um produto em um determinado mercado, através de um processo contínuo e organizado de transferência da produção, por meio de um canal ou sistema de venda, podendo o mesmo sofrer transformações, diferenciações e agregações de valor.

A comercialização trata "das atividades relativas ao atendimento das necessidades e desejos dos mercados, desde o planejamento até a disponibilidade da produção para o consumidor, envolvendo a transferência da propriedade do produto, sua distribuição física e todo o processo de atendimento ao cliente" (MENDES; PADILHA JÚNIOR, 2006).

Em um mercado competitivo e globalizado como o do cacau, o entendimento dos conceitos e estratégias de comercialização, permite melhorar o processo de tomada de decisão e ajuda a compreender os efeitos das variáveis exógenas e endógenas sobre o mercado.

A forma e a abrangência do comércio agrícola evoluíram desde que as primeiras rotas de comércio foram estabelecidas, mas as commodities ainda são um componente fundamental para o desenvolvimento econômico mundial.

Desde 1925, a New York Cocoa Exchange começou a negociar contratos futuros de cacau. Este tema vem despertando o interesse das pessoas, preocupadas em entender o funcionamento deste mercado, seja para administrar riscos, obter ganhos, exercer poder regulatório ou subsidiar a implementação de políticas públicas. O mercado de *commodities*, especialmente o de cacau em amêndoas, é cotado nas principais bolsas de mercadorias, e no caso específico, destacam-se as de Nova York e Londres.

O presente capítulo traz uma abordagem sobre os canais de comercialização do cacau, segmentação da cadeia de comercialização, formação do preço no mercado internacional, produção e comercialização do cacau e derivados, além do mercado de cacau fino e chocolate com alto teor de cacau.

O conteúdo deste trabalho tem o objetivo de facilitar o entendimento sobre as características do setor agrícola, como se encaminha a produção de cacau até os mercados terminais, e apresenta os conceitos básicos necessários à compreensão e

análise dos sistemas de comercialização do produto, considerando que um modelo organizado e funcional pode gerar desenvolvimento econômico para as regiões produtoras de cacau do Brasil.

2. CANAIS DE COMERCIALIZAÇÃO

A comercialização de cacau passou por duas fases no passado: o livre comércio e a intervenção estatal. No livre comércio, o grande objetivo da comercialização era o mercado externo. Existia um movimento interno com a presença de intermediários e "casas comissárias" e um movimento externo com a presença de exportadores e países consumidores, proporcionando concentração e uma forma atomizada e dispersiva de produção.

A partir de 1929, o Estado interferiu na economia do cacau, criando o Instituto de Cacau da Bahia (ICB), favorecendo o crédito, diminuindo as taxas de juros e monopolizando a compra e venda do produto, o transporte, armazenamento e a industrialização. Inicialmente, as ações ficaram ao cargo da Sociedade Cooperativa Instituto de Cacau da Bahia, passando, posteriormente, a ser estatizada pelo governo baiano.

Mais adiante, com a chegada de algumas indústrias processadoras na região, a exemplo da Joanes, Cargill, Barreto de Araújo, Itabuna Industrial Itaísa, entre outras, o processo de comercialização se tornou mais complexo. A comercialização do cacau no eixo Ilhéus-Itabuna, que antes só tinha a participação dos agentes, filiais e pequenos comerciantes, passou a integrar novos canais de comercialização, a exemplo dos exportadores, corretores, *dealers*[1] e indústrias processadoras, que ficavam em Salvador e no sul e sudeste do Brasil. O processo de comercialização se tornou mais profissional com as indústrias e cooperativas comercializando cacau na bolsa de mercadorias de Londres e Nova Iorque (Figura 1).

O arranjo da cadeia de comercialização apresentada não difere muito do restante dos canais de comercialização da cacauicultura brasileira. A variação decorre do volume de produção, comercialização e processamento do cacau e derivados, o que torna as atividades mais ou menos complexas.

3. SEGMENTAÇÃO DA CADEIA DE COMERCIALIZAÇÃO DO CACAU

i) Produtores de cacau

O papel dos produtores da Bahia é muito semelhante aos da cadeia produtiva das demais regiões cacaueiras brasileiras, pois, muitas vezes sem escala, sem estrutura

[1]Os *dealers* são firmas que operam com cacau físico em diferentes países, mas também operam no mercado de futuros.

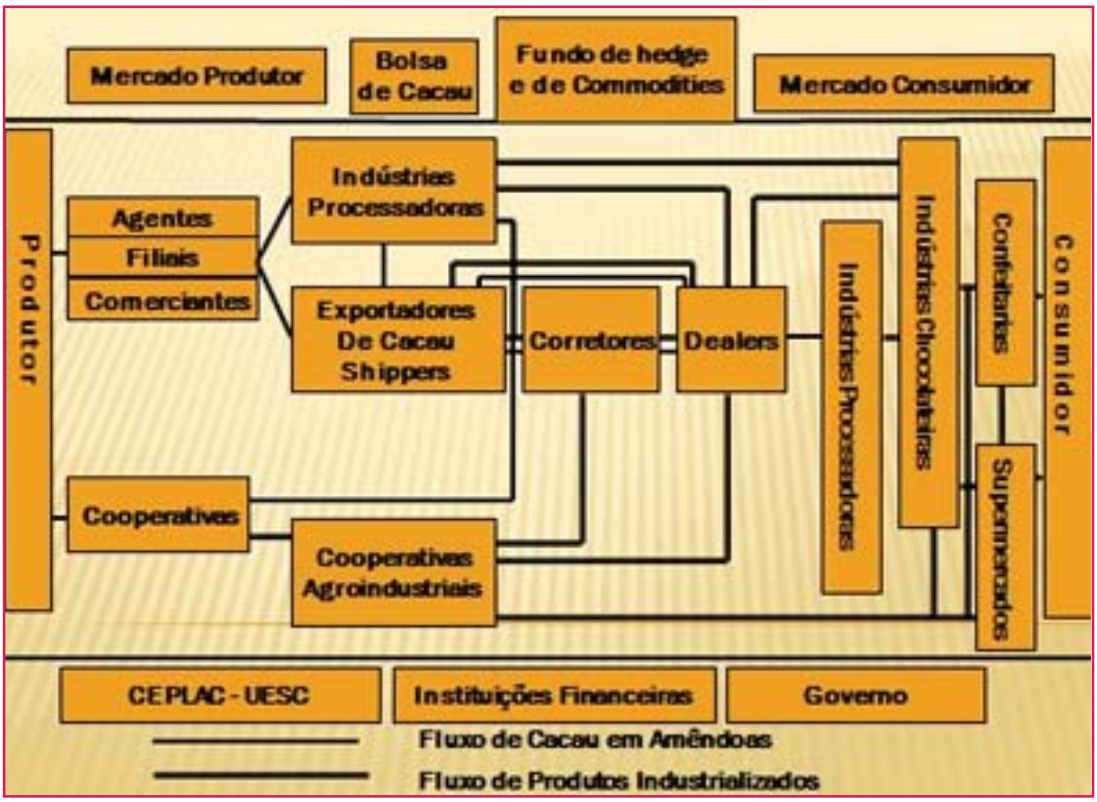


Figura 1 – Canais de comercialização de cacau em amêndoas e produtos industrializados na Bahia. Fonte: Zugaib (2010).

de armazenagem e transporte, sem estratégia e com pouca informação, atuam no mercado como meros tomadores de preços.

ii) Mercado produtor

É formado por agentes de comercialização, representados pelas filiais e os comerciantes que desenvolvem forte intermediação, na maioria das vezes em conexão com as empresas processadoras, que também fazem a aquisição do produto diretamente aos produtores. É uma estrutura de poucos compradores locais, diferentemente do segmento dos produtores de cacau que tem muitos ofertantes.

iii) Bolsa de cacau

Composta de indústrias processadoras, exportadores e cooperativas. Os dois últimos elementos atualmente têm ação mínima. O cacau pouco tem sido exportado e no Sul da Bahia, as cooperativas apesar de terem sido um sistema pujante, se restringem a poucos representantes e com ação limitada.

iv) Fundo de *hedges*[1] e de *commodities*[2]

São fundos de proteção contra previsões futuras, operados pelos corretores e pelos *dealers*. Os corretores são firmas normalmente instaladas nos países produtores que, de modo geral, vendem o cacau físico aos *dealers* ou recebem ofertas destes para serem repassadas aos exportadores.

O corretor é um simples intermediário entre o *dealer* e o exportador, não detendo, portanto, a posse da mercadoria e, normalmente quando os negócios são concretizados, recebem uma comissão de 0,375% sobre o valor FOB (*Free on Board*[3]), paga pelo vendedor.

Os *dealers* são firmas que operam com cacau físico em diferentes países, mas também operam no mercado de futuros. Os grandes *dealers* normalmente possuem assento na bolsa e, portanto, podem também operar como *brokers* (corretor ou agente autônomo de investimentos), cobrando comissões de clientes mediante prestação de serviços. Os principais *dealers* que operam com cacau são Gill & Duffus, J. H. Rayner e Cocoa Merchants (LANDIM, 1981, citado por ZUGAIB, 2010).

A liquidez e o serviço especializado, disponíveis no mercado de opções de cacau da Bolsa de Nova York - NYBOT, permitem que hedgers e especuladores desenvolvam e executem pacotes de contratos personalizados que atendem aos objetivos de uma variada gama de negócios.

As expectativas sobre a demanda e oferta das commodities têm um papel importante na definição dos preços. A situação social, política e econômica dos países produtores, também exerce uma influência indireta.

Zugaib (2011), estudou a participação e o nível de influência dos fundos de investimento na formação dos preços internacionais de cacau, no período de janeiro de 2006 a agosto de 2010. Os resultados indicaram que os agentes especuladores têm exercido uma significativa influência na formação dos preços futuros do cacau.

O percentual de contratos em aberto mantidos pelos especuladores em cacau foi relativamente alto, ao variar, durante quase todo o período, de 40,8 % a 77,5 %, guardando uma correlação muito próxima com os preços futuros da commodity no mercado da Nybot, que contribui para criar distorções nos preços internacionais

---

[1] *Hedge*: cobertura ou limite que serve como proteção contra grandes variações de preços dos ativos para a compra ou venda futura.

[2] *Commodities:* são mercadorias do setor agropecuário ou da mineração, que são homogêneas e de baixo valor agregado, têm os preços definidos em bolsas de valores e são comercializadas em larga escala no mercado internacional. Exemplo: cacau em amêndoas.

[3] *Free on board*: "livre a bordo" - termo utilizado no comércio internacional para descrever um tipo de aquisição de um produto, no qual o comprador assume o todos os custos e riscos com o transporte da mercadoria, assim que ela é colocada a bordo de um meio de transporte.

da commodity, ao gerar uma demanda fictícia no mercado internacional, a qual altera a estrutura do mercado com relação aos tradicionais fundamentos de oferta e demanda.

Determinação do preço de cacau

O cacau em amêndoas é cotado nas bolsas de mercadorias de Londres e Nova Iorque. As características da produção de cacau contribuem para um ciclo de preço de longo prazo, sendo difícil ajustar a oferta rapidamente às necessidades da demanda.

Oferta excessiva ou oferta insuficiente podem causar fortes oscilações de preços muito antes que o mercado à vista possa equilibrar a oferta. Por esse motivo, o mercado futuro de cacau da Bolsa de Nova Iorque - NYBOT lista contratos com mais de 18 meses. Os contratos são cotados para março, maio, julho, setembro e dezembro. Por exemplo, em dezembro de 2023, a Bolsa estava listando contratos para dezembro de 2024 e já estava negociando contratos para julho de 2025. Normalmente o terminal traz informações com o preço de abertura, o preço mais alto, o preço mais baixo, preço de fechamento e a mudança em relação a cotação do dia anterior, conforme a Tabela 1.

O planejamento e a gerenciamento de risco são duas ferramentas fundamentais para uma boa comercialização e, para tanto, é preciso conhecer o histórico das oscilações de preços.

Um histórico de dez anos com o comportamento dos preços dos contratos futuros de cacau com data de vencimento mais próxima, oferece uma visão clara das tendências do mercado no longo prazo. No curto prazo, um gráfico desse comportamento auxilia nas tendências de mercado.

Tabela 1 – Terminal da Bolsa de Mercadorias de Nova Iorque - NYBOT– Cacau.

Intercontinental Exchange (ICE) - Alimentos e Fibras - COCOA (@CC)							
Mercado	**Contrato**	**Abertura**	**Alto**	**Baixo**	**Fechamento**	**Mudança**	**Porcetagem**
@CCK23	Dezembro de 2023	3998	4025	3990	4017	+26	+0,65 %
@CCH24	Março de 2024	3974	4019	3971	4012	+40	+1,01 %
@CCK24	Maio de 2024	3958	4011	3950	4006	+55	+1,39 %
@CCN24	Julho de 2024	3902	3935	3894	3923	+48	+1,21 %
@CCU24	Setembro de 2024	3877	3919	3876	3919	+45	+1,16 %
@CCZ24	Dezembro de 2024	3796	3830	3789	3830	+41	+1,08 %
@CCH25	Março de 2025	3705	3741	3705	3741	38	+1,03 %
@CCK25	Maio de 2025	3665	3689	3665	3689	+28	+0,76 %
@CCN25	Julho de 2025	3617	3617	3617	3553	-64	-1,77 %

Na Figura 2 pode-se verificar o comportamento das cotações de cacau em amêndoas no período de um ano, os contratos em aberto e o volume de contratos. Verifica-se que o mercado para dezembro de 2023 fechou em US$ 4017/t, mais US$ 26 em relação a cotação do dia anterior.

O contrato futuro de cacau (CCK24), listado na NYBOT, prevê a entrega de 10 toneladas métricas de amêndoas de cacau (22.046 libras). O contrato é calculado em dólares por tonelada métrica e a flutuação mínima de preço (tick) é de um dólar por tonelada métrica (cada tick equivalendo a US$ 10/contrato) (NYBOT, 2016; NYBOT 2017). Cada lote de cacau é classificado através de amostragem por profissionais licenciados pela Bolsa e o preço pode ser ajustado quando há imperfeições em relação aos padrões estabelecidos. O preço do cacau em US$/t é então transformado em R$/@ (por arroba) e repassado ao produtor de cacau.

Existem dois tipos de análise de mercado: a análise fundamental que é um estudo em cima de variáveis de produção, consumo (moagens), superávit/déficit, estoques, ratio ou razão, com projeções de preços que são feitas para o futuro (ZUGAIB; SÁ BARRETO, 2015). E a análise técnica, que é uma análise gráfica de curto prazo. Atualmente estas análises são feitas com base em diversos indicadores existentes no mercado. Cada trading escolhe uma plataforma com os indicadores que acha mais conveniente e que indicam melhor as tendências de mercado.

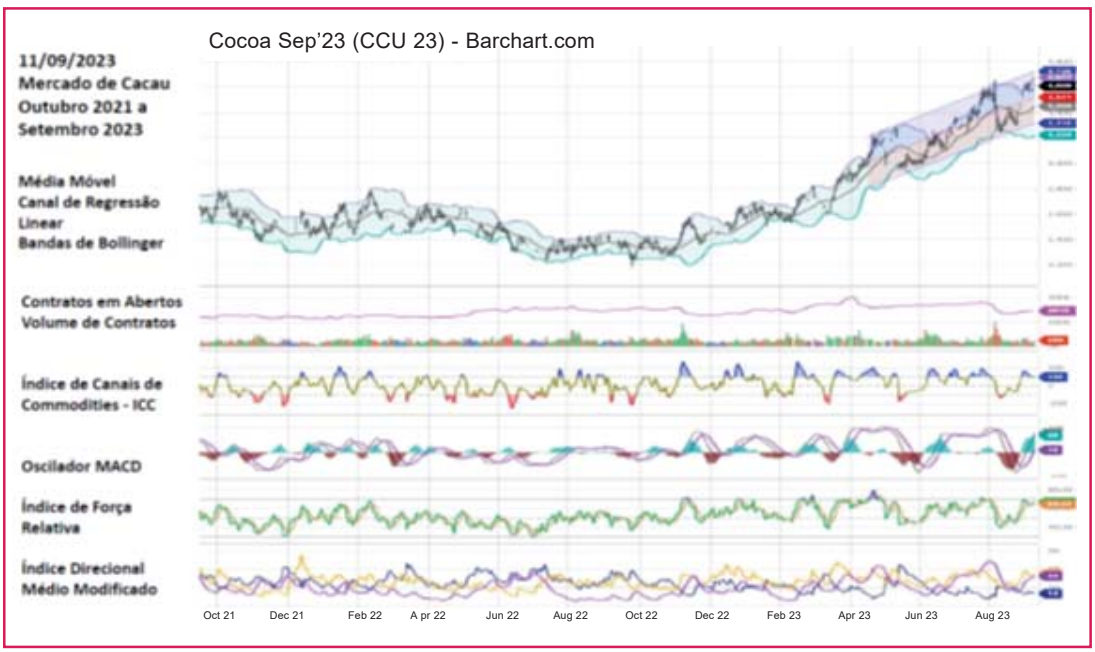


Figura 2- Análise técnica do mercado de cacau. Fonte: Plataforma Zugaib - www.barchart.com

4. PRODUÇÃO E COMERCIALIZAÇÃO DE PRODUTOS DO CACAU PROCESSADO

Analisando a produção brasileira de cacau desde 1900, conforme representado na Figura 3, verifica-se que podemos dividi-la em 5 fases distintas:

A primeira fase decorreu entre 1900 e 1930, período em que houve a primeira crise de mercado, que coincide com o crack da Bolsa de Nova York em 1929, e com a criação do Instituto de Cacau da Bahia – ICB, em 1930.

A segunda fase ocorreu entre 1930 e 1957, sendo caracterizada pela construção de algumas estradas vicinais e um tímido sistema de comercialização, capitaneado pelo ICB, mas faltavam recursos e mais tecnologia para o aumento da produção e da produtividade, motivos pelos quais foi criada a CEPLAC em 1957, mais também, com um fim específico de resolver o problema de endividamento dos produtores de cacau.

A terceira fase foi de 1957 a 1989. Neste período foi inaugurado o Centro de Pesquisa do Cacau – Cepec, o Departamento de Extensão da CEPLAC – Depex e as Escolas Médias de Agropecuária das Regiões Cacaueiras (Emarcs). O Cepec foi criado para desenvolver as pesquisas gerando tecnologias para elevação da produção e produtividade. O Depex, posteriormente denominado de Cenex, assumiu a missão de levar o conhecimento para os produtores, através da assistência técnica e extensão rural - ATER; as Emarcs para a formação da mão de obra técnica e operacional, visando aos trabalhos rurais. Ainda neste período, teve a atuação do Departamento de Apoio ao Desenvolvimento - Deade, incentivando o cooperativismo, a pesca, vários tipos de projetos especiais e de engenharia, a exemplo da abertura de estradas vicinais, porto internacional do Malhado, hospitais, Universidade Estadual Santa Cruz - UESC e outras iniciativas. Essa atuação institucional, aliada a outros fatores conjunturais, promoveram um aumento expressivo da produção nacional de cacau neste período saindo de 150 mil t em 1956/57 para 450 mil t em 1984/85 (ICCO, 2021).

A quarta fase foi marcada pelo aparecimento da vassoura de bruxa no Sul da Bahia e suas consequências, que decorreu no período entre 1989 e 2000. A vassoura de bruxa já era endêmica na Região Amazônica, porém, na Bahia, encontrou as condições climáticas propícias para se proliferar e se tornar mais agressiva. Além disso, os baixos preços do cacau e a baixa disponibilidade de tecnologia à época para enfrentar o problema, fizeram com que a produção brasileira despencasse para quase 90 mil t na safra 2000/2001. Este período foi um dos mais difíceis da cacauicultura com o valor da produção chegando a níveis baixíssimos, deixando os produtores de cacau inteiramente descapitalizados e endividados (Figura 3).

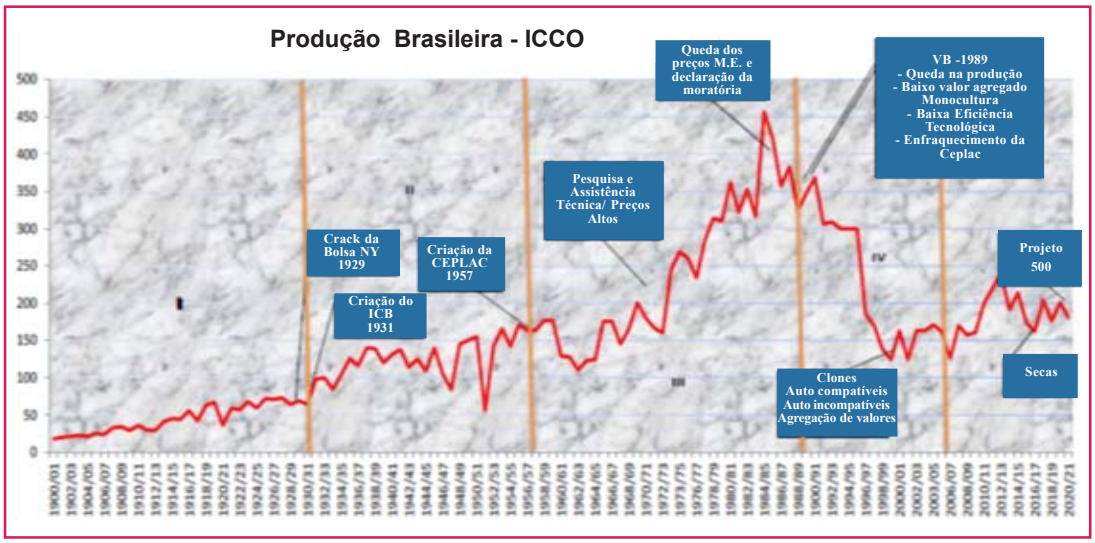


Figura 3 - Comportamento da Produção Brasileira de Cacau em Amêndoas - 1900/01 a 2020/21.

E a quinta fase, que inicia em 2007 e decorreu até o período contemporâneo, foi marcada pela atuação da Ceplac na difusão de variedades clonais de cacaueiros com destacados graus de resistência a vassoura de bruxa, autocompatíveis e altamente produtivas, como o CCN 51, PS 13.19, BN 34, SJ 02, PH 16, CEPEC 2204 e CEPEC 2176; também merecem destaque as iniciativas de agregação de valor no processamento de chocolates com alto teor de cacau e o projeto 500 (Ceplac), que tem estimulado muitos produtores a adotarem manejo de alta produtividade.

Como se pode verificar, na quarta fase houve uma queda acentuada na produção brasileira com efeito imediato na sua baixa participação na produção mundial. Em 1990/91 essa participação era de 14,69% e na última safra contabilizada se encontra em 3,79%, representado na Figura 4.

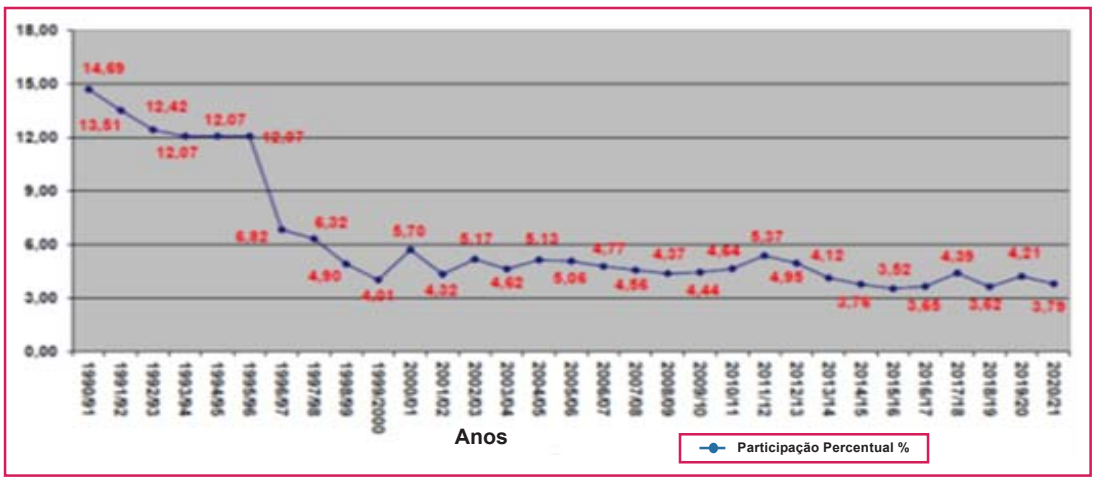


Figura 4 - Participação em % da produção brasileira de cacau em amêndoas na produção mundial.

5. PRODUÇÃO DE CACAU POR ESTADO

Na Tabela 2 pode-se verificar que a área colhida no Brasil foi de 590.232 ha em 2022 e a estimativa para 2023 é de 581.735 t. A produção de cacau em 2022 foi de 273.873 t e a estimativa para 2023 é de 283.149 t. Já a produtividade brasileira foi de 464 Kg/ha em 2022 e a estimativa para 2023 é de 487 Kg/ha.

Tabela 2 - Produção, área colhida e produtividade de cacau nos estados produtores do Brasil.

Estados produtores	Área colhida em ha				Produção em t				Produtivide Kg/ha		
	2022	%	2023	%	2022	%	2023	%	2022	2023	Variação
Brasil	590.232	100,00	581.735	100,00	273.873	100,00	283.149	100,00	464	487	4,96
Rondônia	7.266	1,28	7.497	1,29	5.017	1,83	4.838	1,71	664	645	-2,86
Amazonas	1.663	0,20	1.204	0,21	656	0,24	610	0,22	545	507	-6,97
Pará	152.018	25,89	154.489	26,56	145.994	53,31	149.396	52,76	955	967	1,26
Bahia	410.271	69,50	400.050	68,77	109.748	40,07	114.045	40,28	268	285	6,34
Espírito Santo	17.	2,96	17.608	3,03	11.703	4,27	13.574	4,79	669	771	15,25
Mato Grosso	724	0,12	797	0,14	471	0,17	524	0,19	651	657	0,92
Outros	236	0,04	90	0,02	284	0,10	162	0,06	1.203	1.800	49,58

Fonte: IBGE - Produção Agrícola Municipal - 2022. LSPA em 10/11/2023.

Comparando os dois estados maiores produtores de cacau, usando dados do IBGE, observa-se uma redução, embora pequena, na participação do Pará na produção nacional passando, de 53,31% em 2022 para 52,76% em 2023, enquanto que a Bahia se manteve praticamente estável, passando de 40,07% em 2022 para 40,28% em 2023.

De acordo com o Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística - IBGE, a produção brasileira de cacau em amêndoas se manteve em queda até 2003 chegando ao fundo do poço com 170 mil toneladas. A partir daí a produção apresentou uma recuperação lenta mas, gradual, chegando a 2021 com 302 mil toneladas. As principais causas dessa recuperação são atribuídas às pesquisas desenvolvidas pela Ceplac, colocando à disposição dos produtores de cacau vários clones autocompatíveis, resistentes e de alta produtividade, aliados a prática de manejo integrado, bem como devido à perseverança dos produtores aderindo ao programa Cacau 500 desenvolvido pelo Centro de Extensão (ZUGAIB et al., 2020). Uma política de Estado desenvolvendo o programa Cacau 500 a nível nacional tornaria o Brasil autossuficiente na produção de cacau (Figura 5).

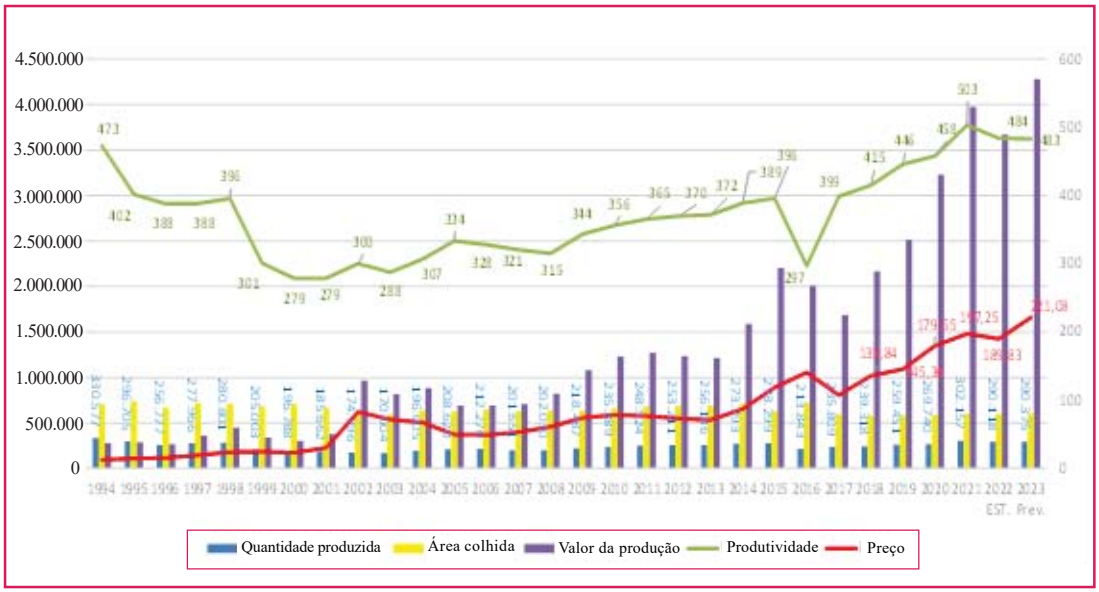


Figura 5 - Evolução da área, produção, produtividade, valor da produção e preços de cacau em amêndoas no Brasil. Fonte: IBGE.

5.1. Área colhida, produção, produtividade, valor e evolução do relação com o preço do cacau

A área colhida também reduziu, passando de 720 mil hectares em 2016 para 590 mil hectares em 2022. Isto permitiu que a produtividade tivesse uma ligeira recuperação, passando de 297 Kg/ha em 2016 para 503 Kg/ha em 2021. Os preços do cacau no mercado interno também se recuperaram a partir de 2002/2003, quando esteve em R$ 83,05/@, chegando em 2021 com R$ 197,25/@ (IBGE), um pouco acima do custo de produção obtido pela (CONAB/Mutuípe/2021) que orçou em R$ 147,43/@.

Em 2023, o custo de produção da (CONAB/Ilhéus) passou para R$ 292,78/@, enquanto o preço de mercado do cacau ao consumidor se manteve em R$ 235,17/@ (SEAGRI - preço médio até novembro). O preço mínimo foi estipulado pela CONAB em R$ 241,50/@, ou seja, abaixo do custo de produção, necessitando ser reajustado por esta instituição.

A recuperação da produção e o aumento do preço interno, muito mais em virtude das desvalorizações cambiais obtidas nos anos de 2025, 2016 e 2020, e de alguns ágios estabelecidos internamente, do que do próprio aumento do preço cotado na Bolsa de Nova York (ZUGAIB; SANTOS FILHO, 2021), fizeram com que o valor da produção aumentasse de R$ 689.435.000,00 no ano de 2005 para R$ 3.973.400.000,00 em 2021.

Os preços de cacau obtidos na bolsa de Nova York e divulgados pela Organização Internacional do Cacau - ICCO, corrigidos pelo índice de preços aos consumidores - USA, apresentaram no período compreendido entre 1960/61 a 1971/72 um valor médio de US$ 4.906/t. Nesse período, a cacauicultura brasileira vivenciava uma das suas piores crises, quando foi criada a CEPLAC, a qual estabeleceu um programa para saneamento financeiro da dívida dos produtores de cacau junto ao Banco do Brasil.

No período seguinte, entre 1972/73 e 1987/88, o preço médio do cacau em amêndoas corrigido situou-se em US$ 8.349/t., melhorando a renda dos produtores. Nessa fase, houve melhoria e modernização da infraestrutura de beneficiamento de cacau nas fazendas, além da ênfase na pesquisa e desenvolvimento por parte da Ceplac. Porém, verifica-se no período de 1988/89 a 2021/22, portanto, mais de 30 anos, uma estabilidade nos preços do cacau em amêndoas, ficando o preço médio no patamar de US$ 2.819/t. Esse período de preços inferiores, que ficaram abaixo dos preços registrados na primeira grande crise ocorrida na década de sessenta, coincide com o aparecimento da vassoura de bruxa na Bahia e a consequente queda na produção de cacau, o que gerou uma crise jamais verificada na cacauicultura nacional. Essa estabilidade de preços de longo prazo verificada no mercado internacional de cacau e a redução na produção, aliadas aos custos de produção cada vez mais crescentes, tornaram a cacauicultura brasileira insustentável (Figura 6).

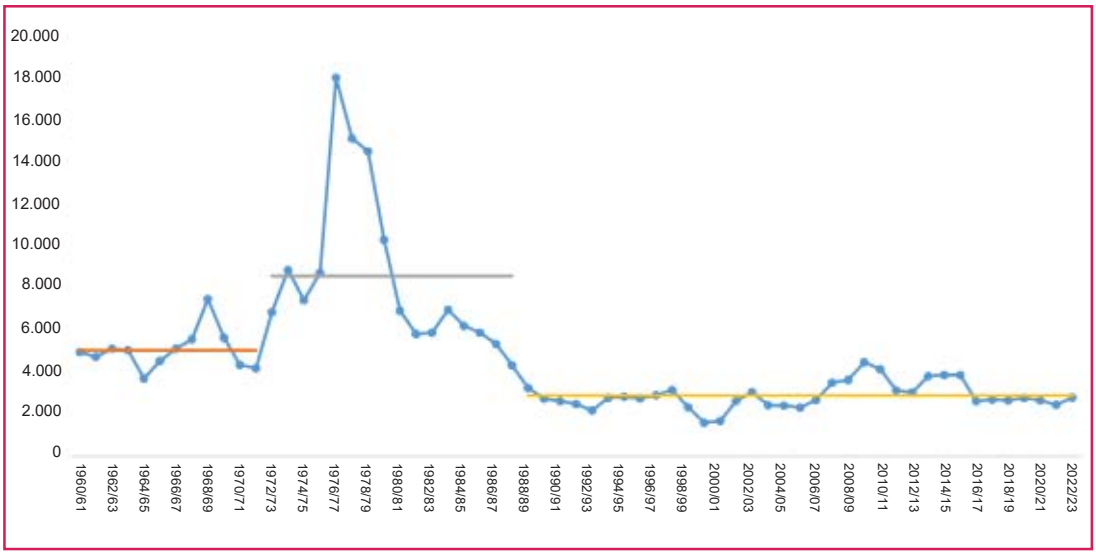


Figura 6 - Preço do cacau cotado na Bolsa de Nova York em US$/t no período entre 1960 a 2023. Corrigido para outubro de 2023. Fonte: ICCO - Atualizados - Consumer Price Index - Federal Reserve - USA.

Considerando os preços médios de cacau corrigidos em US$/t e as produções médias de cacau brasileira em t nos três períodos, verifica-se que entre 1960/61 a 1971/72 a renda gerada foi de US$ 771 milhões. No período entre 1972/73 a 1987/88, quando foram alcançados os melhores preços no mercado internacional, o valor se elevou para US$ 2,7 bilhões; e nos últimos trinta e quatro anos (1988/89 a 2022/23), registrou-se um valor médio anual de US$ 612 milhões (Tabela 3).

Tabela 3 - Relação entre preços internos ao produtor e a quantidade importada de cacau em amêndoas.

Períodos	Produção Média em t	Preço Médio corrigido em US$/t	Valor Médio da produção em US$
1960/61 a 1971/72	152.000	5.075	771.400.000
1972/73 a 1987/88	316.000	8.637	2.729.292.000
1988/89 a 2022/23	210.000	2.970	611.940.000

6. PRODUÇÃO, IMPORTAÇÃO, EXPORTAÇÃO E ESTOQUE DE CACAU NO MERCADO INTERNO

Visando demonstrar o comportamento do balanço entre a produção, importação, exportação, moagem e superávit/déficit do cacau em amêndoas, foram utilizadas três fontes de informações: 1) Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística - IBGE; 2) Organização Internacional de Cacau - ICCO; 3) Associação dos Processadores de Cacau do Brasil - AIPC.

Na elaboração da Tabela 4 foram utilizados dados de produção, publicados pelo IBGE; levando-se em conta estas informações, somadas a importação de cacau, menos as exportações, pode-se determinar o consumo aparente. Os dados obtidos para o consumo aparente mostram que a quantidade encontrada se aproxima das moagens brasileiras de cacau. Analisando esses dados, verifica-se que no ano de 2021 o mercado de cacau em amêndoas experimentou um superávit de 77,4 mil t antes da importação; depois da importação, esse superávit cresceu ainda mais, alcançando 137,2 mil t.

Quando se utilizam dados de estimativa da produção e moagens da ICCO na safra 2020/21 (1 de outubro de 2020 a 30 de setembro de 2021), constata-se que analisando o ano de 20/21, estima-se um déficit de 40.500 t e quando se realiza a importação, ocorre um superávit de 19.015 t. Já na safra 21/22, a previsão é de um déficit de 35,6 mil t antes da importação e quando se realiza a importação, esse déficit diminui consideravelmente para 12,5 mil t. (Tabela 5).

Esses dados demonstram a discrepância entre as diferentes fontes de informações sobre a produção de cacau no Brasil e, consequentemente, sua influência nas conclusões sobre o comportamento do mercado nacional e internacional do cacau brasileiro.

Tabela 4 – Comportamento do Mercado nacional com relação a produção, exportação, importação, consumo aparente, moagens, superávit/déficit antes e depois das importações de acordo com dados de produção do IBGE e moagens da AIPC.

Ano Agrícola Internacional	Produção Brasileira	Importação	Exportação	Consumo Aparente Brasileiro	Moagens Brasileiras	Sup/Def Antes imp (Moagens)	Sup/Def Depois imp
1990	356.246	-	118.125	238.121	202.249	35.872	35.872
1991	320.967	-	84.390	236.577	223.655	12.922	12.922
1992	328.518	1.821	84.242	246.097	191.284	52.992	54.813
1993	340.885	2.198	99.570	243.513	207.490	33.825	36.023
1994	330.577	1.038	87.465	244.150	208.630	34.482	35.520
1995	296.705	5.256	18.772	283.189	165.774	112.159	117.415
1996	256.747	62	33.274	223.535	183.360	40.113	40.175
1997	277.966	14.843	4.915	287.894	180.740	92.311	107.154
1998	280.801	11.948	5.582	287.167	192.132	83.087	95.035
1999	205.003	75.330	3.917	276.416	190.418	10.668	85.998
2000	196.788	70.667	1.900	265.555	203.226	(8.338)	62.329
1001	185.662	33.931	3.272	216.321	190.036	(7.646)	26.285
2002	174.796	56.308	3.590	227.514	177.419	(6.213)	50.095
2003	170.004	59.338	1.851	227.491	198.033	(29.880)	29.458
2004	196.005	40.261	1.112	235.154	203.138	(8.245)	32.016
2005	208.620	54.448	1.066	262.002	216.184	(8.630)	45.818
2006	212.270	65.445	456	277.259	222.334	(10.520)	54.925
2007	201.651	91.192	718	292.125	225.967	(25.034)	66.158
2008	202.026	73.115	471	274.670	232.143	(30.588)	42.527
2009	218.487	73.989	236	292.240	214.407	3.844	77.833
2010	235.389	47.412	243	282.558	222.354	12.792	60.204
2011	248.524	32.516	724	280.316	229.129	18.671	51.187
2012	253.211	54.886	483	307.614	235.760	16.968	71.854
2013	256.186	17.003	338	272.851	230.177	25.671	42.674
2014	273.793	38.042	501	311.334	224.445	48.847	86.889
2015	278.299	11.021	6.831	282.489	219.332	52.136	63.157
2016	213.871	57.507	389	270.989	216.504	(3.022)	54.485
2017	235.809	61.004	754	296.059	218.383	16.672	77.676
2018	239.318	62.469	616	301.171	220.257	18.445	80.914
2019	259.451	56.110	491	315.070	219.853	39.107	95.217
2020	269.740	46.488	633	315.595	214.657	54.450	100.938
2021	302.157	59.824	567	361.414	224.168	77.422	137.246
2022	290.118	11.425	689	300.854	226.015	63.414	74.839

Janeiro a Dezembro
Ano - 2022 - Importação, Exportação e Moagens Jan - Dez
Fonte: IBGE/COMEX STA

Tabela 5 - Comportamento do mercado nacional de cacau com relação a produção, exportação, importação, consume aparente, moagens, superávit/déficit antes e depois das importações de acordo com dados de produção e moagens da ICCO.

Ano Agrícola Internacional	Produção Brasileira	Importação	Exportação	Consumo Aparente Brasileiro	Moagens Brasileiras	Sup/Def Antes imp	Sup/Def Depois imp
1989/90	347.900	-	116.695	231.205	236.300	(5.095)	(5.095)
1990/91	368.100	-	107.360	260.740	260.000	740	740
1991/92	306.200	721	75.553	231.368	230.000	647	1.368
1992/93	308.600	1.898	95.511	214.987	225.000	(11.911)	(10.013)
1993/94	282.700	2.438	90.377	194.761	225.000	(32.677)	(30.239)
1994/95	225.000	5.182	40.979	189.203	195.000	(10.979)	(5.797)
1995/96	230.700	136	27.382	203.454	205.300	(1.982)	(1.846)
1996/97	185.000	9.909	11.615	183.294	180.000	(6.615)	3.294
1997/98	170.000	16.882	6.697	180.185	187.800	(24.497)	(7.615)
1998/99	137.500	48.058	4.272	181.286	192.400	(59.172)	(11.114)
1999/00	123.500	90.065	2.234	211.331	201.600	(80.334)	9.731
2000/01	162.800	41.726	2.482	202.044	194.900	(34.582)	7.144
2001/02	123.600	46.170	3.495	166.275	172.600	(52.495)	(6.325)
2002/03	162.600	66.033	2.468	226.165	195.500	(35.368)	30.665
2003/04	163.400	43.845	1.564	205.681	206.800	(44.964)	(1.119)
2004/05	170.800	44.608	965	214.443	208.800	(38.965)	5.643
2005/06	161.600	49.594	855	210.339	222.700	(61.955)	(12.361)
2006/07	126.200	74.395	559	200.036	226.300	(100.695)	(26.264)
2007/08	170.500	108.687	563	278.624	231.700	(61.763)	46.924
2008/09	157.000	61.104	240	217.864	216.100	(59.340)	1.764
2009/10	161.200	47.076	288	207.988	226.100	(65.188)	(18.112)
2010/11	199.800	36.083	534	235.349	239.100	(39.834)	(3.751)
2011/12	220.000	64.452	572	283.880	242.500	(23.072)	41.380
2012/13	185.000	24.003	272	208.731	241.200	(56.472)	(32.469)
2013/14	228.000	38.025	475	265.550	239.600	(12.075)	25.950
2014/15	230.000	11.036	613	240.423	230.600	(1.213)	9.823
2015/16	140.600	50.004	6.361	184.243	224.900	(90.661)	(40.657)
2016/17	173.800	53.507	713	226.594	227.200	(54.113)	(606)
2017/18	204.200	67.461	428	271.233	230.500	(26.728)	40.733
2018/19	175.700	51.098	552	226.246	235.200	(60.052)	(8.954)
2019/20	201.300	48.805	505	249.600	221.400	(20.605)	28.200
2020/21	200.000	59.515	500	259.015	240.000	(40.500)	19.015
2021/22	210.000	23.052	585	232.467	245.000	(35.585)	(12.533)

Produção e Moagens - Dados ICCO - 1 de Out a 30 de Set
Importação, Exportação - Dados MDIC - 1 de Out a 30 de Set
Fonte: ICCO/COMEX Stat - Min. Economia

Verifica-se que pelos dados da Tabela 4, cujas informações de produção foram obtidas do IBGE, o Brasil já seria autossuficiente em cacau, pois segundo consta a capacidade instalada no parque industrial de processamento das três indústrias filiadas a AIPC é de 275 mil toneladas, bem abaixo das 290 mil toneladas estimadas pelo IBGE em 2022.

Em ambas as análises, há de se considerar que outras processadoras de pequeno porte, ainda não são incluídas nesse estudo e em outros estudos, destacando-se a GENCAL, com capacidade para processar 20 mil toneladas de cacau, assim como as pequenas indústrias que processam as próprias amêndoas ou as adquirem dentro dos processos denominados *bean to bar*[1] e *tree to bar*[2].

De acordo com as causas determinadas pela crise em virtude do aparecimento, em 1989, da vassoura de bruxa, a produção brasileira caiu para níveis alarmantes e passou a não atender a demanda interna das indústrias instaladas no parque industrial, forçando as vezes elas operarem em condições de ociosidade. Para suprir o déficit existente, o Brasil começou a importar cacau, passando de exportador para importador de cacau em amêndoas em 1992, chegando em 1997 a importar 91.192 toneladas do produto (Figuras 7 e 8).

Mas, quando se utilizam dados de produção de amêndoas da Associação das Indústrias Processadoras de Cacau - AIPC, a realidade é outra, tendo em vista que as metodologias utilizadas entre o IBGE e a AIPC são diferentes. Os dados fornecidos pela AIPC são da quantidade de cacau em amêndoas recebidas pelas indústrias a elas associadas, não representando a produção.

Praticamente as indústrias passaram a importar cacau todos os anos e em quantidades, às vezes, acima dos déficits existentes, normalmente utilizando um instrumento de mercado chamado *drawback*[3]. Tomando como base dados da Associação das Indústrias Processadoras de Cacau - AIPC, no ano de 2.000 a produção brasileira era de 125.411 toneladas e foram exportadas 1.900 toneladas. Como as moagens brasileiras foram de 206.106 toneladas, isto provocou um déficit interno de 82.955 toneladas. Para suprir esse déficit as indústrias importaram 70.667 toneladas. Mesmo assim, o mercado interno continuou com um déficit de 11.928 toneladas. Até 2002 as indústrias permaneceram com um estoque negativo de 8.524 toneladas após a importação. As indústrias continuaram com a diretriz de importar

[1] ***bean to bar:*** é um modelo comercial no qual um fabricante de chocolate bean-to-bar controla a fabricação do chocolate, desde a aquisição dos grãos até a criação do produto final do chocolate de consumo.

[2] ***tree to bar:´*** Para uma semente de cacau virar chocolate, o primeiro passo é plantar a árvore, cuidar dela e então quando o fruto amadurece colhe-se. A escolha do tipo de árvore a ser plantada, já altera o sabor. Isso é uma diferença no "tree to bar", porque no chocolate industrial, quem planta o cacau, não está tão interessado no produto final. Ele quer apenas a produtividade",

[3] ***drawback:*** O Regime Aduaneiro Especial de Drawback é considerado, nos termos da Lei nº 8.402/1992, um incentivo fiscal à exportação. O regime consiste na suspensão ou eliminação de tributos incidentes sobre a aquisição de insumos utilizados na produção de bens a serem exportados.

cacau praticamente todos os anos, devido à necessidade de suprir o parque moageiro, chegando a obter um estoque de 63.740 toneladas, em 2011.

A política de formar um pequeno estoque é mais coerente, a fim de evitar compras de última hora, porém, em 2012, o déficit foi somente de 7.432 toneladas, sendo que as indústrias importaram 54.886 toneladas (Figuras 7 e 8), passando a ter um superávit de 47.447 t, aumentando os estoques que chegaram a 111.194 toneladas. Essa política de aumento nos estoques permanece até os dias atuais com o estoque girando em torno de 185.463 toneladas em 2022 (Tabela 6). Considerando uma quebra na produção de 2% e um aumento de 5% nas moagens, esse estoque pode cair para 173.567 mil toneladas.

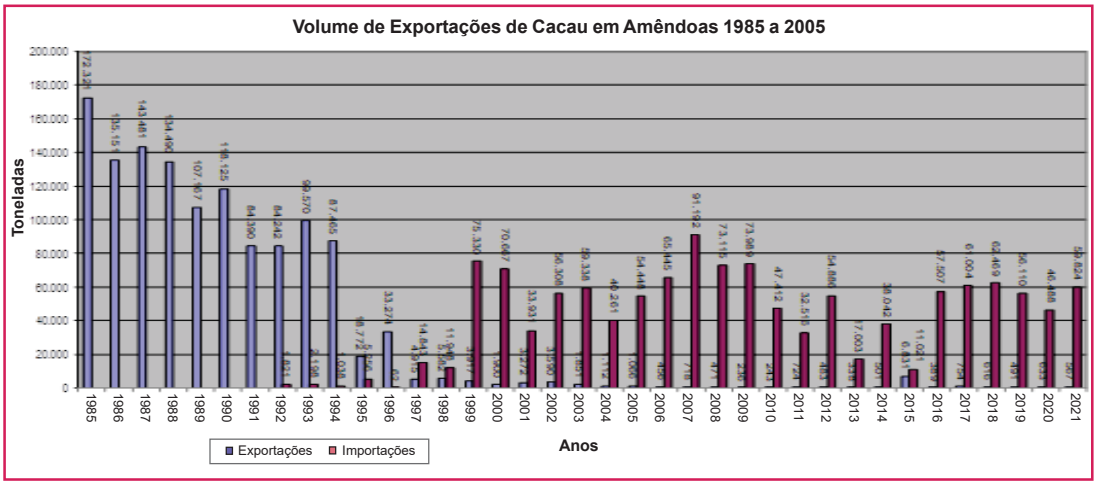


Figura 7 - Comportamento das exportações e importações de cacau em amêndoas no período compreendido entre 1985 e 2021. Fonte: Ministério da Economia Comex-Star

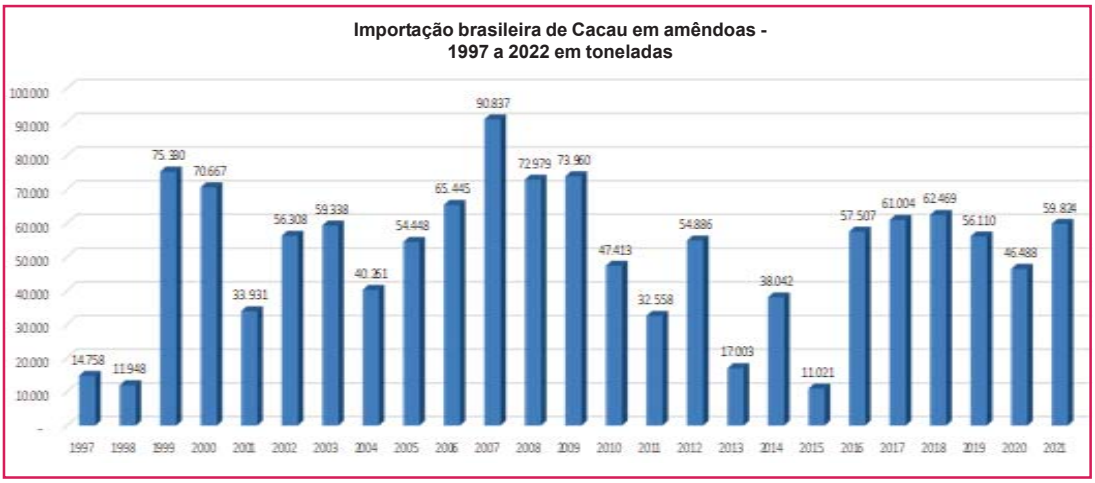


Figura 8 - Comportamento das importações de cacau em amêndoas no período compreendido entre 1997 e 2021.

Tabela 6 - Produção, importação, exportação, moagens e superávit/déficit no mercado brasileiro de cacau em amêndoas, antes e depois das importações.

Produção, Importação, Exportação, Consumo Aparente e Estoques no Brasil - em ton.									
Ano safra Brasileiro	Produção	Importação	Exportação	Consumo Aparente Prod + Imp + Exp	Moagem	Sup/Def Antes imp	Sup/Def Depois imp	Estoque Antes imp	Estoque Depois imp
2000	125.411	70.667	1.900	194.178	206.106	-82.595	-11.928	-82.595	-11.928
2001	159.189	33.931	3.272	189.848	190.595	-34.678	-747	-117.273	-12.675
2002	132.248	56.308	3.590	184.966	180.815	-52.157	4.151	-169.430	-8.524
2003	169.386	59.338	1.851	226.873	193.707	-26.172	33.166	-195.602	24.642
2004	154.932	40.261	1.112	194.081	199.230	-45.410	-5.149	-241.012	19.493
2005	175.844	54.448	1.066	229.226	212.584	-37.806	16.642	-278.818	36.135
2006	145.004	65.445	456	209.993	221.410	-76.862	-11.417	-355.680	24.718
2007	138.443	91.192	718	228.917	222.718	-84.993	6.199	-440.673	30.917
2008	163.209	73.115	471	235.853	225.941	-63.203	9.912	-503.876	40.829
2009	152.937	73.989	236	227.690	207.726	-54.025	19.964	-557.901	60.793
2010	198.889	47.412	243	246.058	222.354	-23.708	23.704	-581.609	84.497
2011	176.580	32.516	724	208.372	229.129	-53.273	-20.757	-634.882	63.740
2012	228.811	54.886	483	283.214	235.760	-7.432	47.454	-642.314	111.194
2013	194.276	17.003	338	210.941	230.177	-36.239	-19.236	-678.553	91.958
2014	218.084	38.042	501	255.625	224.445	-6.862	31.180	-685.415	123.138
2015	227.245	11.021	683	237.583	219.332	7.230	18.251	-678.185	141.389
2016	151.594	57.507	389	208.712	216.504	-65.299	-7.792	-743.484	133.597
2017	150.496	61.005	754	210.747	218.383	-68.641	-7.636	-812.125	125.961
2018	187.126	62.429	616	248.939	220.257	-33.747	28.682	-845.872	154.643
2019	166.327	56.110	491	221.946	219.853	-54.017	2.093	-899.889	156.736
2020	174.283	46.488	633	220.138	214.657	-41.007	5.481	-940.896	162.217
2021	197.654	59.824	567	256.911	224.168	-27.08	32.743	-967.977	194.960
2022	205.782	22.425	689	216.518	226.015	-20.922	-9.497	-988.899	185.463

Fonte: Produção-AIPC/Importação e Exportação-Ministério da Economia - Comex Stat.

7. RELAÇÃO ENTRE BALANÇO COMERCIAL, CONSUMO E PREÇOS DE CACAU

A importação de cacau em excesso tem provocado estoques superiores a necessidade interna, provocando queda dos preços no mercado interno. De acordo com Zugaib (2016), há uma correlação negativa entre o comportamento dos preços de cacau em amêndoas no mercado interno e a importação de cacau, ou seja, quando há um aumento na importação de cacau, os preços baixam no mercado interno, porém, essa correlação negativa é considerada fraca, mas existe (Figura 9).

A Figura 10 apresenta um gráfico de dispersão com os preços internos pagos ao produtor de cacau em amêndoas, fornecidos pela Secretaria de Agricultura, Pecuária, Irrigação, Pesca e Aquicultura do Estado da Bahia (Seagri), juntamente com as

quantidades importadas de cacau, registradas pelo Ministério da Economia, Departamento de Comércio Exterior, no período entre 2002 e 2021. Na análise desse dados verifica-se que houve um comportamento inversamente proporcional entre as quantidades de cacau importadas e o preço pago ao produtor.

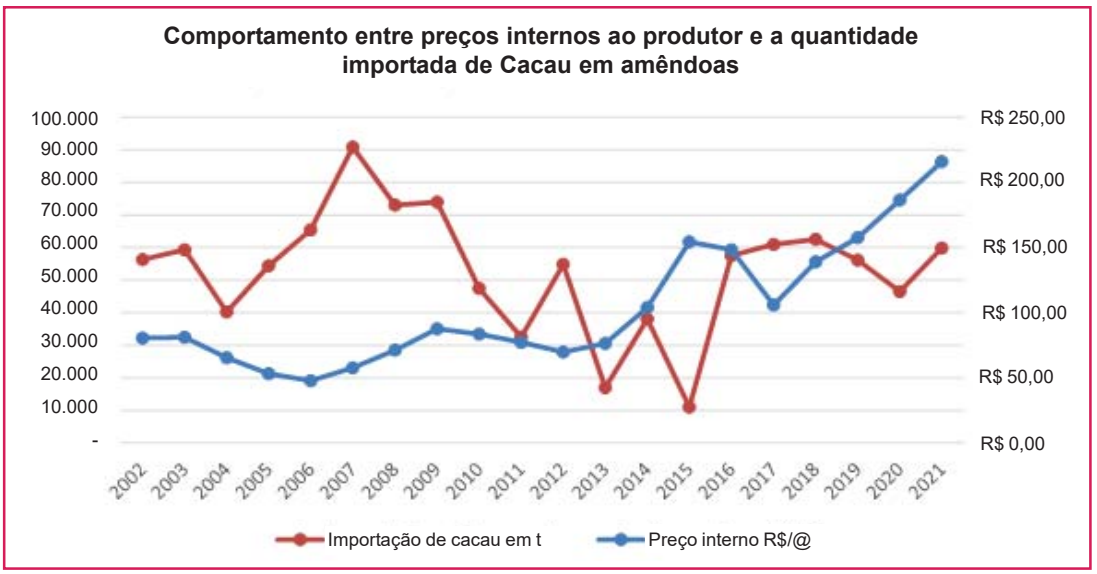


Figura 9 - Relação entre a importação de cacau e o comportamento dos preços internos de cacau. Fonte: SEAGRI/Ministério da Economia - COMEX.

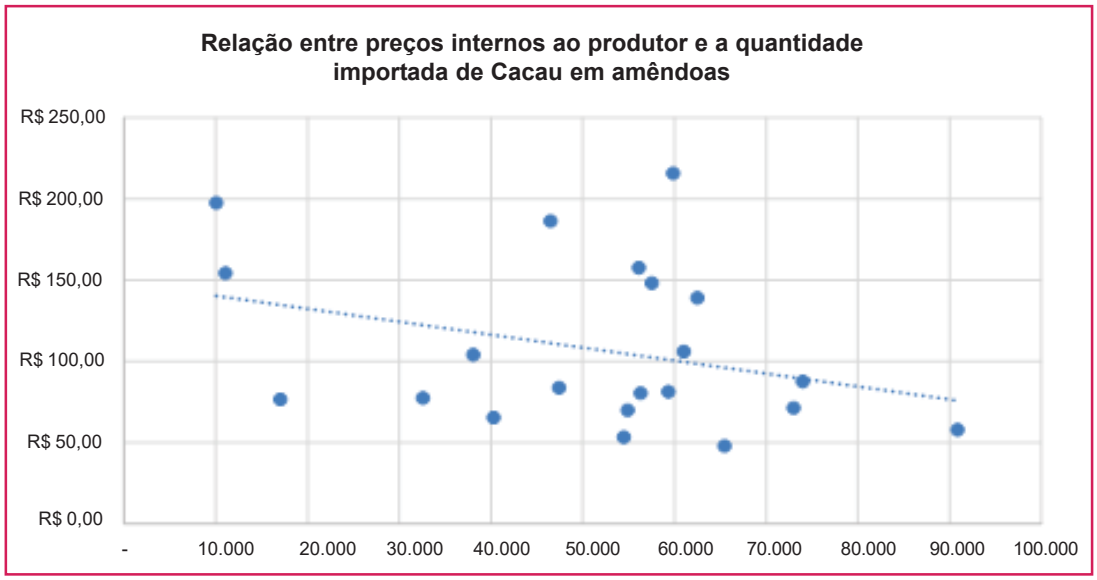


Figura 10 - Relação entre os preços internos pagos ao produtor de cacau em amêndoas e as importações de cacao em um gráfico de dispersão. Fonte: Preços= SEAGRI Importações=Comex star

8. MODELO PARA ESTIMAR O FLUXO MENSAL DA OFERTA E DEMANDA DE CACAU

O modelo usado para estimar o fluxo mensal de oferta e demanda de cacau no Brasil é estruturado com base em sete variáveis: Estoque Inicial, Produção, Importação, Disponibilidade Interna (Oferta), Consumo Interno (Moagens), Excedente Doméstico (Suprimento), Exportação e Estoque Final – a frequência é anual e aborda os anos-safra de 2001 a 2022.

Seguindo a estrutura de balanço de oferta e demanda agrícola utilizada pela Conab (2018, 2022), USDA (2018) e Sanches et al (2018), o fluxo anual de oferta e demanda é definido pelas seguintes expressões:

$$Estoque\ inicial_t + Produção_t + Importação_t = Disponibilidade\ Interna_t \quad (1)$$

$$Consumo\ Interno/Moagens_t + Exportação_t = Demanda\ Total_t \quad (2)$$

$$Disponibilidade\ Interna_t - Consumo\ Interno/Moagens_t \quad Excedente\ doméstico_t \quad (3)$$

$$Excedente\ doméstico_t - Exportação_t = Estoque\ Final_t \quad (4)$$

$$Estoque\ Final_t = Estoque\ Inicial_{t+1} \quad (5)$$

Em que:

Estoque Inicial $_t$ = quantidade de cacau em estoques no início do período *t*.

Produção $_t$ = quantidade de cacau resultado da colheita no período *t*.

Importação $_t$ = quantidade de cacau importada no período *t*.

Disponibilidade Interna $_t$ = quantidade de cacau disponível para consumo no mercado interno no período *t*.

Consumo Interno/Moagens $_t$ = quantidade de cacau consumida/processada no mercado interno no período *t*.

Excedente doméstico/Suprimento $_t$ = quantidade de produto que pode ser destinado a compradores externos no período *t*.

Exportação $_t$ = quantidade de cacau exportada no período *t*.

Estoque Final $_t$ = quantidade de cacau em estoques no final do período *t*.

Aplicando essa metodologia nos dados da Tabela 7, chega-se ao mesmo resultado, ou seja, um estoque final em 2022 de 185.463 toneladas. Considerando

Tabela 7 - Estoque inicial, produção, importação, disponibilidade interna, consumo (moagens), exportação e estoque final.

Ano safra	Estoque inicial	Produção	Importação	Disponibilidade interna	Consumo (Moagens)	Exportação	Estoque final
2001	-11.928	159.189	33.931	181.192	190.595	3.272	(12.675)
2002	(12.675)	132.248	56.308	175.881	180.815	3.590	(8.524)
2003	(8.524)	169.386	59.338	220.200	193.707	1.851	24.642
2004	24.642	154.932	40.261	219.835	199.230	1.112	19.493
2005	19.493	175.844	54.448	249.785	212.584	1.066	36.135
2006	36.135	145.004	65.445	246.584	221.410	456	24.718
2007	24.718	138.443	91.192	254.353	222.718	718	30.917
2008	30.917	163.209	73.115	267.241	225.941	471	40.829
2009	40.829	153.937	73.989	268.755	207.726	236	60.793
2010	60.793	198.889	47.412	307.094	222.354	243	84.497
2011	84.497	176.580	32.516	293.593	229.129	724	63.740
2012	63.740	228.811	54.886	347.437	235.760	483	111.194
2013	111.194	194.276	17.003	322.473	230.177	338	91.958
2014	91.958	218.084	38.042	348.084	224.445	501	123.138
2015	123.138	227.245	11.021	361.404	219.332	683	141.389
2016	141.389	151.594	57.507	350.490	216.504	389	133.597
2017	133.597	150.496	61.005	345.098	218.383	754	125.961
2018	125.961	187.126	62.429	375.516	220.257	616	154.643
2019	154.643	166.327	56.110	377.080	219.853	491	156.736
2020	156.736	174.283	46.488	377.507	214.657	633	162.217
2021	162.217	197.654	59.824	419.695	224.168	567	194.960
2022	194.960	205.782	11.425	412.167	226.015	689	185.463

uma quebra na produção (recebimento) de 2% e um aumento de 5% nas moagens, tendo em vista que a AIPC processa 95% da capacidade do parque moageiro, ainda assim, o estoque final atinge 173.567 toneladas (Tabela 7).

As quantidades importadas muitas vezes são superiores às necessidades do mercado, provocando superávits internos exagerados e, consequentemente, deságios nos preços de cacau. Dados demonstrados na Figura 11 comprovam que quando os preços internos foram superiores aos preços de bolsa, o mercado interno pagou em fevereiro de 2020 um ágio de US$ 298,14/t, enquanto, após uma importação de cacau, os preços internos passaram a ser inferiores aos preços cotados em bolsa, provocando um deságio em junho de 2020, que chegou a US$ 575,20/t.

Em março de 2021, novamente os preços internos foram superiores aos preços de bolsa, forçando o mercado a pagar ágios e provocando novas importações de cacau. Em seguida, os preços internos de cacau e o preços bolsa se mantiveram equivalentes até outubro de 2023. As reduções nas importações podem ter provocado essas pequenas diferenças entre preços internos e preços na bolsa.

Figura 11 - Ágio e deságio ocorridos no Mercado interno brasileiro de cacau em amêndoas.

Essa importação ocorre via sistema drawback que é um incentivo concedido pelo Governo Federal às empresas fabricantes-exportadoras, que permitem a importação, livre do pagamento de tributos e taxas, itens computados na formação do preço final do produto, após transformação, beneficiamento ou composição, com a condição básica de que o mesmo seja exportado em um determinado prazo, que no caso do cacau, é de até dois anos.

9. CONSIDERAÇÕES SOBRE O *DRAWBACK*

O *drawback* é um instrumento de incentivo a agregação de valor, indispensável ao desenvolvimento do Sul da Bahia e do País. Esse mecanismo traz como benefícios a geração de empregos, possibilita a formação de blend (mistura de amêndoas de cacau de diferentes origens) para a fabricação do produto final, o chocolate, e favorece a continuidade do processamento industrial, viabilizando o negócio das empresas processadoras no parque moageiro brasileiro, figurando como pontos a favor da importação de cacau via *drawback*.

Em contraste, o risco de importação de pragas e doenças, a redução da arrecadação e a diminuição do prêmio ou ágio em relação ao preço de cacau no mercado interno, figuram como pontos contra a importação de cacau via *drawback*.

De acordo com Zugaib (2016), as importações de cacau devem obedecer a um critério justo que condicione esse tipo de aquisição de cacau a quantidade necessária para o suprimento da capacidade instalada do parque moageiro nacional; para tanto, poderia ser formado um comitê com a participação da associação das indústrias processadoras de cacau - AIPC, a associação nacional dos produtores de cacau - ANPC e uma instituição de governo, podendo ser a Comissão Executiva do Plano da Lavoura Cacaueira - CEPLAC e a SECEX - Ministério da Economia, para calcularem e recomendarem a quantidade necessária a ser importada, evitando assim um superávit excessivo de mercado e deságios no preço do cacau.

Caso essa opção não seja atendida, por causa dos princípios do comércio internacional, a exemplo de eliminações de restrições quantitativas (cotas de importação), seria necessária uma barreira técnica no sentido de só permitir a importação de cacau com qualidade superior tipo I (instrução normativa número 38), protegendo o cacau brasileiro de pragas e doenças originárias de vários países produtores.

Sugere-se que o governo altere o período de armazenamento do lote de cacau importado pelo sistema de drawback de dois anos para seis meses. Caso não queira alterar a lei, é pertinente cumprir o prazo de um ano, sem prorrogar.

Também deve oferecer apoio para que o produtor de cacau se organize melhor e adquira escala para voltar a exportar quando oportuno, visando adotar uma estratégia mais favorável de comercialização. Um cooperativismo agrícola e agroindustrial que exporte pode funcionar como regulador de preços de mercado, além de melhorar o poder de barganha do produtor. Além disso, alocar recursos humanos e financeiros para a CEPLAC cumprir a instrução normativa no 1 de 28 de março de 2014 (DOU no 61 de 31/03/2014).

10.VALOR DAS EXPORTAÇÕES DE CACAU

De acordo com dados da AIPC, o Estado da Bahia em 2021 participou no mercado como 1º produtor/recebedor de cacau em amêndoas com 71,30%, seguido pelo Pará (25,21%), Espírito Santo (2,66%), Rondônia (0,80%) e outros (0,03%) conforme Figura 12.

Analisando o comportamento das exportações brasileiras de cacau e derivados, verifica-se que o auge ocorreu em 1979, quando foram exportados US$ 952 milhões. Neste período, as exportações de cacau em amêndoas representavam quase US$ 500 milhões ou em torno de 50%. Com a redução das exportações para US$ 180 milhões devido à crise, principalmente devido à queda da produção brasileira de cacau em amêndoas, houve uma inversão na pauta de exportações, quando o país passou a exportar mais produtos processados ou semimanufaturados. Em 2022, o Brasil exportou US$ 345 milhões, sendo que a manteiga representou US$ 102

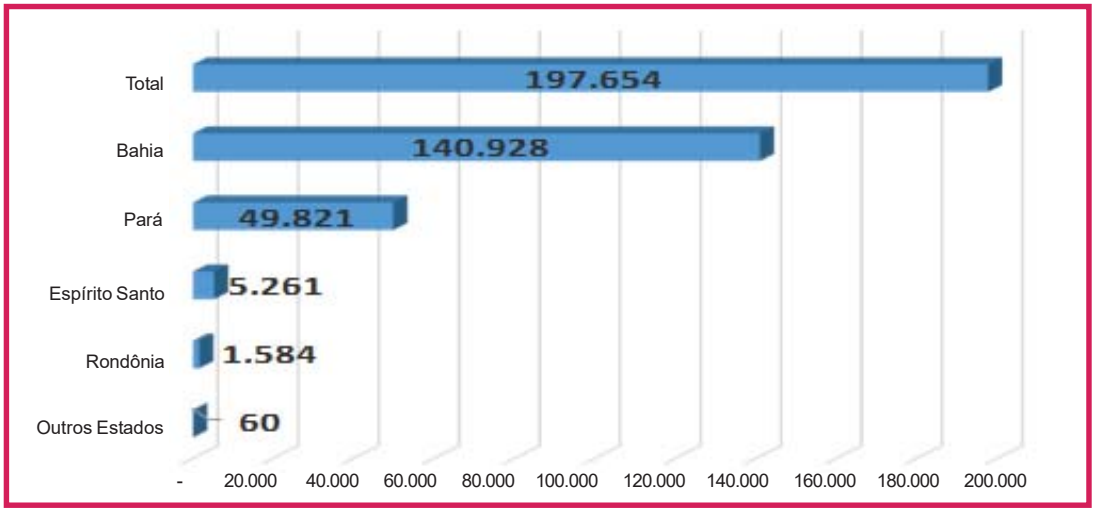


Figura 12 - Produção brasileira de cacau em amêndoas por Estado produtor.
Fonte: AIPC - 2021.

milhões, o pó US$ 44 milhões, o líquor US$ 23 milhões, a torta US$ 1,6 milhões e o cacau em amêndoas somente US$ 2,6 milhões. Os derivados de um modo geral representaram US$ 343 milhões, o que correspondeu a cerca de 99% das exportações brasileiras de cacau, enquanto as exportações de cacau em amêndoas representou menos de 1% (Figuras 13 e 14).

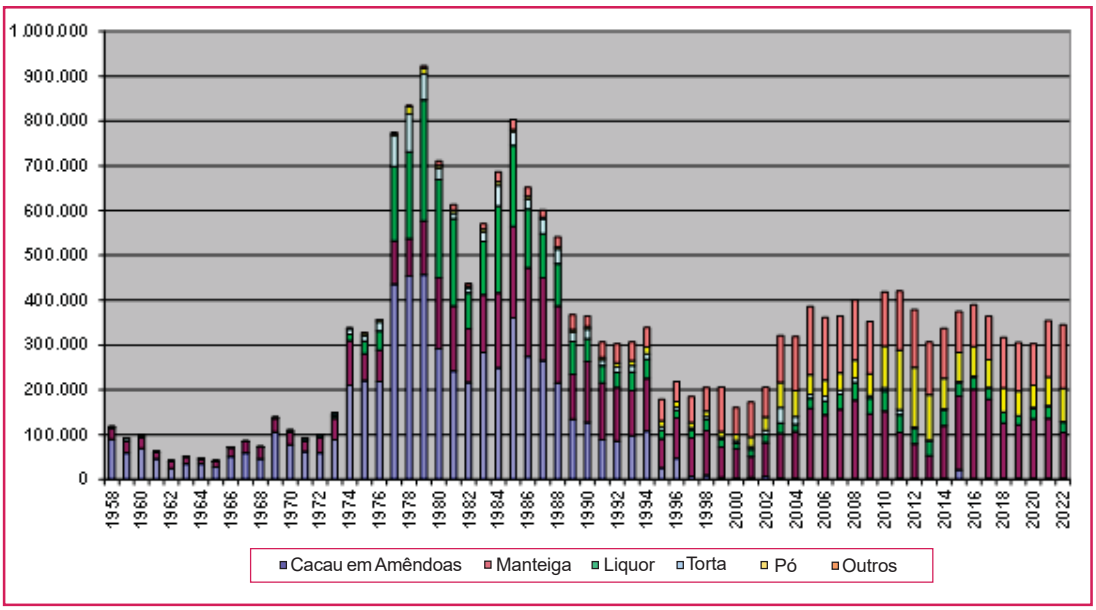


Figura 13 - Comportamento do valor das exportações de cacau e derivados em Mil US$ - 1958 a 2022.

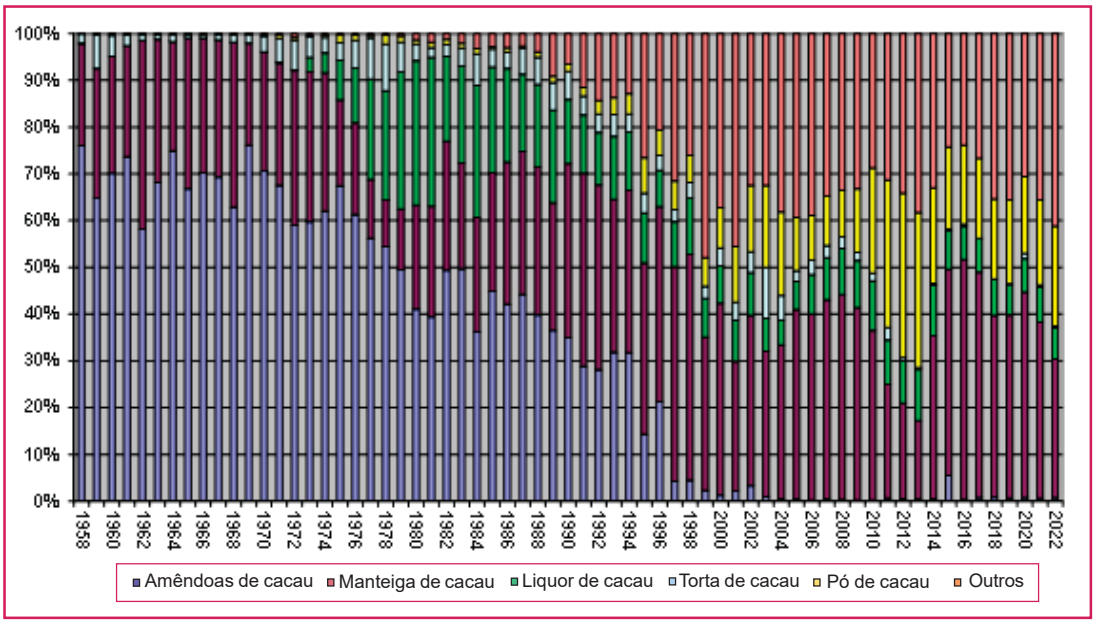


Figura 14 - Comportamento do valor das exportações de cacau e derivados em %- 1958 a 2022.

11. MERCADO DO CACAU FINO E CHOCOLATE COM ALTO TEOR DE CACAU

O novo cenário da economia cacaueira surge com um ativo de alta especificidade, tendo a qualidade como fator determinante para obtenção de melhores preços no mercado internacional de cacau. Segundo Hernández et al, (2009), os fatores que intervém na qualidade do cacau ao longo da cadeia produtiva são os seguintes: ambientais, principalmente o solo e o clima; agronômicos: (material genético, fertilização, manejo de enfermidades, pragas e plantas invasoras); beneficiamento (colheita, fermentação, secagem, armazenamento e transporte); e industrialização para a fabricação do chocolate (torrefação, conchagem).

Nesse novo mercado, além da sustentabilidade, a qualidade será priorizada, levando em consideração os seguintes parâmetros:

i) características físicas - índice de sementes germinadas, índice de polpa, percentagem de casca, percentagem de amêndoas ardósias;

ii) características químicas - pH, percentagem de gordura, fibra, proteína, valor calórico, composição de minerais, etc.;

iii) características organolépticas - sabor e aroma (chocolate, malta, nuez, vanilla, frutal, floral, herbal, amargo, ácido), e a sensação (adstringente, corpo).

Para a obtenção de cacau fino, todo o processo de produção deve ser tecnologicamente ajustado com boas práticas de manejo, especialmente na colheita do fruto com ponto de maturação adequado, quebrado com o cuidado de não ferir

as amêndoas e com controle para obter alto índice de fermentação, a ponto de desenvolver os aromas e sabores de um chocolate fino, e que ao mesmo tempo preserve ao máximo o teor de flavonoides, pois estes reduzem a oxidação das células, fazendo bem a saúde. Silva (2006), citado por Zugaib (2011), estabelece as diferenças entre as práticas agrícolas empregadas na produção do cacau fino e do cacau comum.

Quadro 1. Diferenças entre as práticas agrícolas empregadas na produção do cacau comum e do cacau fino.

Práticas agrícolas	Cacau comum	Cacau fino
Colheita	Intervalo entre colheitas maior; colheita de frutos verdes, verdoengos, maduros e sobremaduros.	Intervalo entre colheitas menor (máximo 14 dias); colheita apenas de futos maduros (redução da quantidade colhida).
Embandeiramento	• Cata os frutos colhidos com facão ou podão; • Rumas menores.	• Cata os frutos colhidos com a mão ou com um gancho (diminuição da quantidade catada por jornada trabalhada). • Ruma maior (diminuição da quantidade de frutos transportados por jornada trabalhada).
Seleção de Frutos	Não é feita	Seleciona por sanidade, maturação, variedade (aumento da quantidade de jornadas trabalhadas).
Quebra	• Início da quebra na sexta-feira. • retira todas as sementes do fruto.	• Início da quebra no sexto dia após a colheita; • Cuidado para não ferir as amêndoas com o facão (diminuição da quantidade de frutos quebrados por jornada trabalhada); • Retira todas as sementes do fruto, separa as sementes uma das outras, elimina totalmente a cibirra, sementes achatadas e germinadas (diminuição da quantidade de frutos quebrados por jornada trabalhada).
Transporte	Quando possível.	Obrigatoriamente no mesmo dia (aumento do número de animais e ou utilização de trator).
Fermentação	Mistura cacau mole de frutos quebrados em dias diferentes.	• Não mistura “cacau mole” de frutos quebrados em dias diferentes; • Acompanhamento da temperatura durante a fermentação (aumento da quantidade de jornadas trabalhadas). • Adiciona pedaços de folha de banana para aumentar a temperatura. • Cobre a massa de cacau com folhas de bananeira. • Nivela a superfície da massa de cacau.

Secagem	• Secagem natural e artificial; • Retira os restos de casca, pendúnculos e cibirras; • Quando o correr o mofo no cacau realiza o pisoteio; • 8 % de umidade.	• Secagem natural apenas; • Retira os restos de casca, pendúnculos e cibirras; • Ao final da tarde, amontoa a massa de cacau em uma ou duas pilhas e fecha a barcaça; • 7 % de umidade.
Seleção de Amêndoas	Não é feita	• Padroniza por tamanho; • Elimina totalmente restos de cibira, sementes quebradas, achatadas e germinadas.
Armazenamento	Armazém limpo e arejado.	Armazém limpo e arejado.

Fonte: APCFE (2006).

12. COMPORTAMENTO DOS PREÇOS DO CACAU EM AMÊNDOAS E DERIVADOS

Na Figura 15, verifica-se que os preços tanto do cacau em amêndoas, como dos derivados de cacau (líquor, torta, manteiga em pó) variam constantemente no mercado. Estas informações permitem que o operador de mercado determine qual produto será mais vantajoso vender naquele momento.

Na Figura 16 verifica-se que os preços do cacau exportado, obtidos a partir de 2016, foram maiores do que os preços registrados na Bolsa, mostrando que o cacau

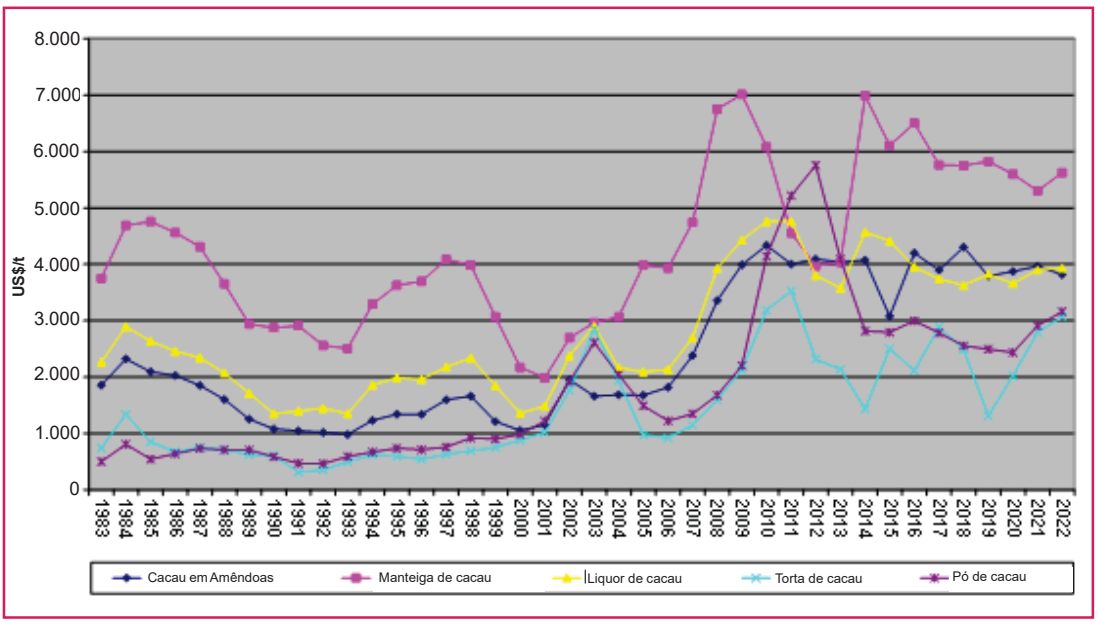


Figura 15 - Cotações de amêndoas, manteiga, líquor, torta e pó de cacau nas exportações brasileiras. Fonte: Ministério da Economia - Comex Stat.

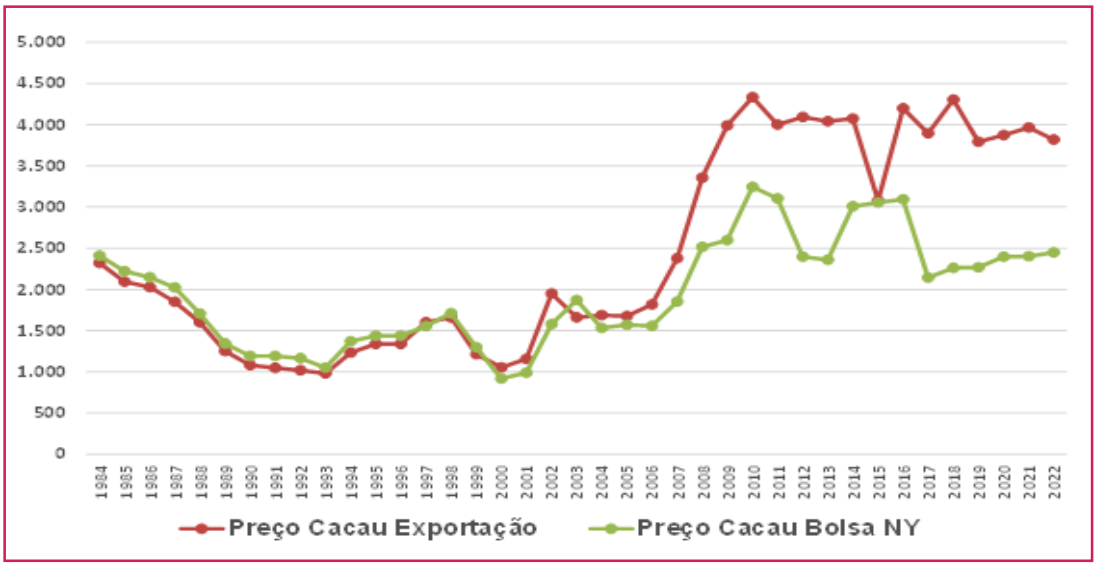


Figura 16 - Preços médios em US$/t das exportações brasileira de cacau em amêndoas x preço do cacau na bolsa de Nova Iorque. Fonte: Ministério da Economia - Comex Stat.

exportado é essencialmente considerado como cacau de melhor qualidade ou classificado como cacau fino. Em 2022, por exemplo, enquanto a bolsa indicava um valor de US$ 2.449/t, o cacau exportado foi vendido a US$ 3.819/t. O Brasil, em 2020, foi indicado pela ICCO como país exportador de cacau fino.

Já em 2023, os preços de exportação subiram bastante, chegando a ser exportado no mês de junho a US$ 9.208/t. Isto indica que esse cacau que está sendo exportado é de qualidade, um cacau fino que está descobrindo novos nichos de mercado (Tabela 8).

Tabela 8 – Exportações brasileiras mensais de cacau em amêndoas – Ano 2022 e 2023 até setembro.

Meses 2023	Valor FOB (US$)	Quilograma Líquido	Preço Méd. US$/t	Meses 2022	Valor FOB (US$)	Quilograma Líquido	Preço Méd. US$/t
Janeiro	198.073	40.055	4.945	Janeiro	434.926	124.719	3.487
Feveriro	109.870	29.980	3.665	Feveriro	83.808	25.002	3.352
Março	5.877	960	6.122	Março	159.139	40.560	3.924
Abril	9.307	1.142	8.150	Abril	262.913	56.994	4.613
Maio	313.996	72.540	4.329	Maio	88.207	25.009	3.527
Junho	41.289	4.484	9.208	Junho	482	182	2.648
Julho	125.960	25.010	5.036	Julho	147.930	38.401	3.852
Agosto	198.479	50.002	3.969	Agosto	172.890	50.988	3.391
Setembro	329.717	75.176	4.386	Setembro	520.547	143.732	3.622
Outubro	-	-	-	Outubro	86.349	26.345	3.278
Novembro	-	-	-	Novembro	206.614	45.012	4.590
Dezembro	-	-	-	Dezembro	468.977	112.520	4.168
Total	1.223.568	299.349	5.534	Total	2.632.782	689.464	3.819

13. RELAÇÃO ESTOQUE/MOAGEM

Um índice muito utilizado por expressar a realidade do mercado internacional do cacau é a relação (ratio ou razão) que se estabelece entre o estoque e a moagem do cacau com o comportamento dos preços do produto.

Na Figura 17, pode-se verificar que na safra 1976/77, quando o ratio era 19,1%, portanto, bem baixo, os preços no mercado internacional estavam em US$ 3.632/t; quando o ratio aumentou para 70,7% em 1990/91, os preços despencaram para US$ 1.193/t, confirmando uma relação inversamente proporcional.

No período 2009/10, observou-se um comportamento inverso, quando o ratio voltou a cair para 37,9%, os preços aumentaram para US$ 3.246/t. Atualmente, a previsão para 2022/23 é que o ratio se reduza para 34,5% e se essa tendência de redução for confirmada, haverá uma alta nos preços de cacau em amêndoas no mercado internacional pelos anos seguintes.

Porém, existem outras variáveis no mercado que atuam no comportamento dos preços, a exemplo das oscilações climáticas, aparecimento de doenças que não se tem controle ou uma guerra envolvendo países produtores de cacau.

Considerando a influência dos vários fatores sobre a formação dos preços do cacau no mercado, recomenda-se que o produtor realize vendas mensais ou trimestrais, a fim de obter uma melhor média de preço anual e reduzir o risco da especulação.

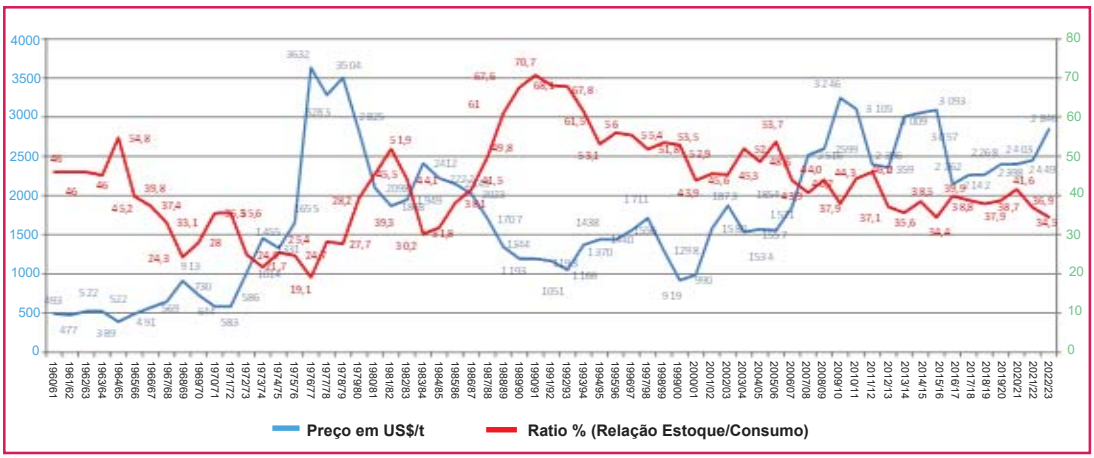


Figura 17 - Comportamento do ratio (relação estoque/moagens de cacau em amêndoas, no período 1960 a 2023.

14. REFERÊNCIAS

COMPANHIA NACIONAL DE ABASTECIMENTO - CONAB. 2018. Portal de **Informações Agropecuárias: Grãos - Série Histórica.** Brasília: Conab, 2018. (Levantamento). Disponível em: <https://portaldeinformacoes.conab.gov. br/index.php/safra-serie-historica-dashboard>. Acesso em: Jan. 2023

COMPANHIA NACIONAL DE ABASTECIMENTO - CONAB. 2022. **Acompanhamento da safra brasileira de grãos 2021/22.** 10º Levantamento. Brasília: Conab, v. 9, n. 10, 2022, 98 p. ISSN: 2318-6852.

COMPANHIA NACIONAL DE ABASTECIMENTO - CONAB. 2023. **Preço mínimo.** Brasília: Conab, 2023. Disponível em: https://consultaweb.conab.gov.brconsultasconsultaPgpm.do;jsessionid=1B12FE4. Acesso em: Nov. 2023.

COMPANHIA NACIONAL DE ABASTECIMENTO - CONAB. **Custo de produção de cacau - Série histórica de 2012-2023.** Brasília: Conab, 2023. 28 p. Disponível em: https://www.conab.gov.br/info-agro/custos-de-producao/planilhas-de-custo-de-producao/itemlist/category/797-cacau. Acesso em: Nov. 2023.

HERNÁNDEZ, F.A.; GUERRERO,N.M; CALADERON, G.P.; CORONADO, R.; GUARÍN, D. R. **Manejo del recurso genético para incrementar la producción y productividad del sistema de cacao em Colombia.** Bogotá: Fedecacao/Corpoica, 2009. 123 p.

ICCO – ORGANIZACION INTERNACIONAL DEL CACAO – Boletín trimestral de estadísticas del cacao 2020/21. **Boletin Trimestral,** Abdjan, Costa de Marfil: ICCO, v. XLVII, n. 1-2, 2020/21.

MAURY, P. M.; ANDRADE, L. A. A diferenciação pela qualidade. In: MILAN, M. et al. **Sistema de qualidade nas cadeias agroindustriais.** São Paulo. Cap. 6. 2007.

MENDES, J.T.G.; PADILHA JUNIOR, J.B. Comercialização de produtos agropecuários. Livro 1ª Ediçao. Universidade Federal do Paraná – UFPR, 2006. 121 p.

MULLER, M.W.; SANTOS, A. M.; ZUGAIB, A. C. C.; MENDES, F. A.T.; MORORÓ, R.C. **Programa de implantação de agroindústrias de pequeno e médio porte de derivados de cacau e chocolates especiais - PROADCE.** Ilhéus, Bahia: Ceplac/Cepec, 2011. 22 p.

NYBOT - NEW YORK BOARD OF TRADE. **CACAU: Futuro & Opções**, 2006. 22 p.

NYBOT - NEW YORK BOARD OF TRADE. (2006**). Entendendo Futuros e Opções**. 36 p.

SANCHES, A.; ALVES, L. R. A.; BARROS, G. S. de C. Oferta e demanda mensal de milho no Brasil. Impactos da segunda safra. **Revista de Política Agrícola,** 27 (4): 73-97, 2018.

SILVA, W.S da. **O mercado de cacau e chocolate fino e orgânico como alternativa de melhoria dos preços através do comércio justo.** Orientador: Antônio César Costa Zugaib. 2006. Trabalho de Conclusão de Curso (Economia Agrícola) – Curso de Ciências Econômicas, Universidade Estadual de Santa Cruz, Ilhéus, Bahia, 2006.

TONIETTO, J. Afinal, o que é *Terroir*? **Bom Vivant**, Bento Gonçalves, RS: Empresa Brasileira de Pesquisa Agropecuária/CNPUV, 8 (98): 8, 2007. Disponível em: https://ainfo.cnptia.embrapa.br/digital/bitstream /item /147755/1/ Tonietto-BonVivant-v8-n98-p8-abr2007.pdf. Acesso: Mar. 2021.

UNITED STATES DEPARTMENT OF AGRICULTURE - USDA. **Production, Supply and Distribution Online.** 2018. Disponível em: https:// apps.fas.usda.gov/ psdonline/app/index.html#/app/home>. Acesso em: Jan. 2016.

ZUGAIB, A. C. C. Comportamento de preços, existência de ágio ou deságio, margens, instituições e canais na comercialização de cacau no ano de 2009. **Revista Bahia Agrícola,** Salvador, Bahia: Seagri, 9 (1): 50-63, 2010.

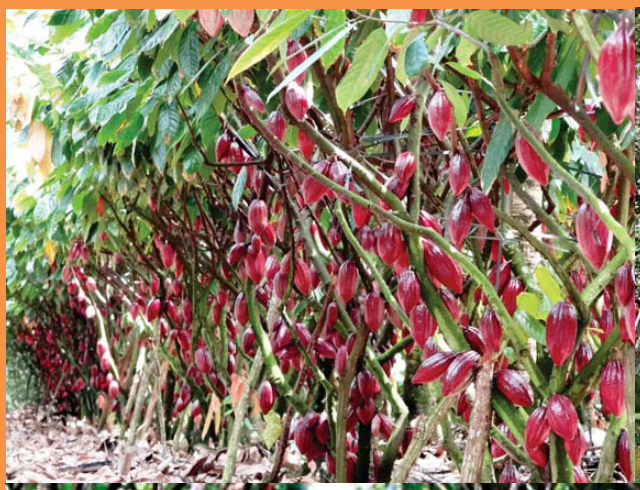
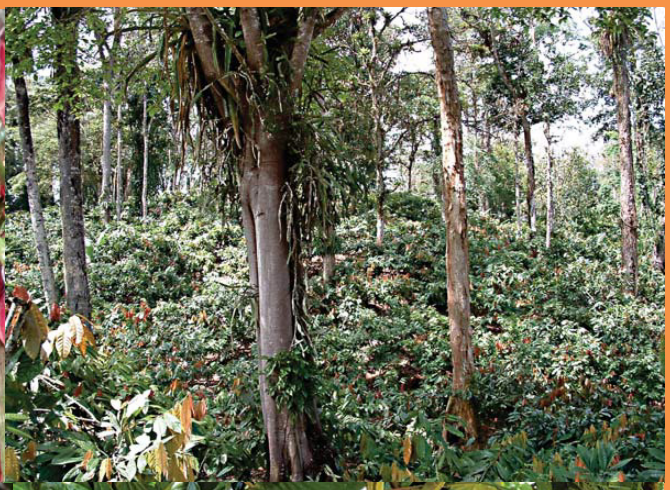
ZUGAIB, A. C. C. Agregação de Valores e a Busca por Novos Nichos no Mercado de cacau. Metamorfoses do Cacau – Simpósio Internacional II – Cacau e Sustentabilidade no Sul da Bahia. **Instituto Goethe**. Salvador-Ba, 2011.

ZUGAIB, A. C. C. Especulação dos fundos no mercado de cacau no período de 2006 a 2010. **Revista de Política Agrícola**. Ano XX – No 1 – Jan./Fev./Mar, 2011.

ZUGAIB, A. C. C.; SÀ BARRETO, R. C. Fatores que influenciam a oferta e demanda do cacau no mercado internacional. **Revista Agrotrópica**, Ilhéus, Bahia, Brasil: Ceplac/Cepec, 27 (1): 67-78, 2015.

ZUGAIB, A. C. C. A importação e exportação de cacau em amêndoas e derivados contemplados pelo sistema drawback. **Revista Agrotrópica,** Ilhéus, Bahia, Brasil: Ceplac/Cepec, 28 (3): 233-246, 2016.

ZUGAIB, A. C. C.; LANDIM, G. D.; COSTA E SOUZA, I. Ponto de nivelamento, lucratividade e relação custo/benefício na cultura do cacau de alta produtividade. **Revista Agrotrópica**, Ilhéus, Bahia, Brasil: Ceplac/Cepec, 32 (1): 5-20, 2020.

CEPLAC

MINISTÉRIO DA
AGRICULTURA
E PECUÁRIA

GOVERNO DO
BRASIL
DO LADO DO POVO BRASILEIRO