

Zoneamento Agroecológico, Produção e Manejo para a Cultura da Palma de Óleo na Amazônia

Editores Técnicos

**PARTE I – Zoneamento Agroecológico para a Cultura da Palma de Óleo
(Dendezeiro) nas Áreas Desmatadas da Amazônia Legal**

Antonio Ramalho Filho
Paulo Emílio Ferreira da Motta

**PARTE II – Produção e Manejo Sustentáveis para a Cultura da Palma de Óleo
(Dendezeiro) na Amazônia**

Pedro Luiz de Freitas
Wenceslau Geraldes Teixeira

Exemplares desta publicação podem ser adquiridos na:

Embrapa Solos

Rua Jardim Botânico, 1024

CEP 22460-000 Rio de Janeiro - RJ

Tel: (21) 2179-4500 Fax: (21) 2274-5291

www.cnps.embrapa.br

sac@cnps.embrapa.br

Supervisão gráfica: Agência 2A Comunicação

Revisão de texto: Marcia Lopes Mensor Lessa

Normalização bibliográfica: Ricardo Arcanjo de Lima

Editoração eletrônica: Agência 2A Comunicação

Foto da capa: João Batista Martiniano Pereira

Capa: Agência 2A Comunicação

1ª edição

1ª impressão (2010): tiragem 500 exemplares

Todos os direitos reservados.

A reprodução não autorizada desta publicação, no todo ou em parte, constitui violação dos direitos autorais (Lei nº 9.610).

Dados Internacionais de Catalogação na Publicação (CIP)

Embrapa Solos

R165z Ramalho Filho, Antonio.

Zoneamento agroecológico, produção e manejo da cultura de palma de óleo na Amazônia / editores: Antonio Ramalho Filho *et al.*
Rio de Janeiro: Embrapa Solos, 2010.

216 p.: il.

ISBN 978-85-85864-34-7

1. Zoneamento agroecológico. 2. Cultura da palma de óleo. 3. Produção e Manejo Sustentáveis. I. Motta, Paulo Emílio Ferreira da. II. Freitas, Pedro Luiz de. III. Teixeira, Wenceslau Gerales. IV. Título. V. Série.

CDD (21.ed.) 631.47

© Embrapa 2010

Alessandra de Jesus Boari

Engenheira Agrônoma, Doutora em Fitopatologia
Pesquisadora – Embrapa Amazônia Oriental
ajboari@cpatu.embrapa.br

Alexandre Hugó Barros

Engenheiro Agrônomo, Doutor em Ciência do Solo
Pesquisador – Embrapa Solos
alex@uep.cnps.embrapa.br

Alexandre Ortega Gonçalves

Engenheiro Agrônomo, Mestre em Engenharia Agrícola
Pesquisador – Embrapa Solos
aortega@cnps.embrapa.br

Ana Paula Dias Turetta

Geógrafa, Doutora em Ciência do Solo
Pesquisadora – Embrapa Solos
anaturetta@cnps.embrapa.br

Antonio Agostinho Müller

Engenheiro Agrônomo, Mestre em Ecologia
Pesquisador aposentado – Embrapa Amazônia Oriental, a serviço da Fundação de Apoio à Pesquisa e ao Desenvolvimento Agropecuário e Florestal da Amazônia (Diretor Técnico)
aamuller@globo.com

Antonio José de Abreu Pina

Engenheiro Agrônomo; Marborges Agroindústria S.A., Moju – PA
pina@marborges.com.br

Antonio Ramalho Filho

Engenheiro Agrônomo, Doutor em Planejamento de Uso das Terras (Ciências do Solo)
Pesquisador aposentado – Embrapa Solos (Consultor)
Coordenador 1 do Projeto Embrapa–MCT/Finep (ZAE-Dendê)
aramalhof@gmail.com

Edson Alves de Araújo

Engenheiro Agrônomo, Doutor em Solos e Nutrição de Plantas
Secretaria de Estado de Agricultura e Pecuária (SEAP),
a serviço da Secretaria de Estado de Meio Ambiente do Acre (SEMA), Rio Branco – AC
earaujo.ac@gmail.com

Edson Barcelos

Engenheiro Agrônomo, Mestre em Ecologia, Doutor em Biologia, Diversidade e Adaptação de Plantas Cultivadas, Especialista na cultura de palma de óleo
Pesquisador – Embrapa Amazônia Ocidental
edson.barcelos@idam.am.gov.br

Emelecípio Botelho de Andrade

Engenheiro Agrônomo, Mestre em Genética e Melhoramento de Plantas
Pesquisador aposentado – Embrapa Amazônia Oriental, a serviço da Fundação de Apoio à Pesquisa e ao Desenvolvimento Agropecuário e Florestal da Amazônia (Presidente)
emelecipio@gmail.com

Eufra Ferreira do Amaral

Engenheiro Agrônomo, Doutor em Solos e Nutrição de Plantas
Pesquisador – Embrapa Acre,
a serviço da Secretaria de Meio Ambiente do Estado do Acre (Secretário).
eufra@cpafac.embrapa.br

Gilvan Coimbra Martins

Engenheiro Agrônomo, Mestre em Solos e Nutrição de Plantas
Pesquisador – Embrapa Amazônia Ocidental
gilvan.martins@cpaa.embrapa.br

Jeferson Luis Vasconcelos de Macedo

Engenheiro Agrônomo, Mestre em Sistemas Agroflorestais
Pesquisador – Embrapa Amazônia Ocidental
jeferson.macedo@cpaa.embrapa.br

Jesus Fernando Mansilla Baca

Engenheiro Cartógrafo, Doutor em Geoprocessamento
Pesquisador – Embrapa Solos
jesus@cnps.embrapa.br

João Batista Martiniano Pereira

Engenheiro Agrônomo, Mestre em Solos e Nutrição de Plantas
Pesquisador – Embrapa Acre
batista@cpafac.embrapa.br

João Paulo Mastrângelo

Engenheiro Florestal, Mestre em Desenvolvimento Regional
Secretaria de Estado de Floresta (SEF), Rio Branco – AC
joapaulo.santos@ac.gov.br

Luiz Eduardo Pizarro Borges

Engenheiro Químico, Doutor em Engenharia Química; Professor da Sessão de Engenharia
Química do Instituto Militar de Engenharia (IME), Rio de Janeiro – RJ
luiz@ime.eb.br

Margareth Simões Penello Meirelles

Engenheira, Doutora em Geografia e Geoinformática
Pesquisadora – Embrapa Solos no Labex Europa, Montpellier – França
margaret@cnps.embrapa.br

Maria do Rosário Lobato Rodrigues

Engenheira Agrônoma, Doutora em Solos e Nutrição de Plantas
Pesquisadora – Embrapa Amazônia Ocidental
rosario.lobato@cpaa.embrapa.br

Marie Elisabeth Christine Claessen

Bióloga, Mestre em Citogenética Vegetal
Pesquisadora aposentada – Embrapa Solos
bethclaessen@gmail.com

Mario Luiz Diamante Aglio

Geógrafo, Mestre em Cartografia Digital e Geoprocessamento
Assistente – Embrapa Solos
mario@cnps.embrapa.br

Maurício Veloso Soares

Engenheiro Agrônomo – AGROSOL/Diocese do Alto Solimões; Projeto FINEP: Produção de dendê/palma de óleo por agricultores familiares de Benjamin Constant/Atalaia do Norte – AM
mauriciovel@bol.com.br

Nilson Gomes Bardales

Engenheiro Agrônomo, Doutor em Solos e Nutrição de Plantas
Secretaria de Meio Ambiente do Acre (SEMA), Rio Branco – AC
nilsonbard@yahoo.com.br

Omar Cubas

Engenheiro Agrônomo
Bolsista – Embrapa Amazônia Ocidental
o_cubas@hotmail.com

Paulo César Teixeira

Engenheiro Agrônomo, Doutor em Fertilidade do Solo e Nutrição de Plantas
Pesquisador – Embrapa Amazônia Ocidental
paulo.teixeira@cpaa.embrapa.br

Paulo Emílio Ferreira da Motta

Engenheiro Agrônomo, Doutor em Ciência do Solo
Pesquisador – Embrapa Solos; Coordenador 2 do Projeto Embrapa–MCT/Finep (ZAE-Dendê)
motta@cnps.embrapa.br

Pedro Luiz de Freitas

Engenheiro Agrônomo, Doutor em Ciência do Solo
Pesquisador – Embrapa Solos
freitas@cnps.embrapa.br

Raimundo Nonato Carvalho da Rocha

Engenheiro Agrônomo, Doutor em Produção Vegetal
Analista – Embrapa Amazônia Ocidental
raimundo.rocha@cpaa.embrapa.br

Raimundo Nonato Vieira da Cunha

Engenheiro Agrônomo, Doutor em Genética e Melhoramento de Plantas
Pesquisador – Embrapa Amazônia Ocidental
raimundo.cunha@cpaa.embrapa.br

Ricardo Lopes

Engenheiro Agrônomo, Doutor em Genética e Melhoramento de Plantas
Pesquisador – Embrapa Amazônia Ocidental
ricardo.lopes@cpaa.embrapa.br

Rodrigo da Silva Guedes

Engenheiro Agrônomo, Mestre em Agronomia
Fiscal de Defesa Agrosilvopastoril – IDARON/Rondônia
agroguedes@hotmail.com

Ronaldo Ribeiro de Moraes

Biólogo, Doutor em Ciências Biológicas
Pesquisador – Embrapa Amazônia Ocidental, Manaus – AM
ronaldo.morais@cpaa.embrapa.br

Rui Alberto Gomes Júnior

Engenheiro Agrônomo, Doutor em Genética e Melhoramento de Plantas
Pesquisador – Embrapa Amazônia Oriental
ruigomes@cpatu.embrapa.br

Tadário Kamel de Oliveira

Engenheiro Agrônomo, Doutor em Engenharia Florestal
Pesquisador – Embrapa Acre
tadario@cpafac.embrapa.br

Therezinha Xavier Bastos

Engenheira Agrônoma, Doutora em Climatologia
Pesquisadora aposentada – Embrapa Amazônia Oriental
txbastos@cpatu.embrapa.br

Uebi Jorge Naime

Engenheiro Agrônomo, Mestre em Ciência do Solo
Pesquisador aposentado – Embrapa Solos
uebijn@gmail.com

Walkymário de Paulo Lemos

Engenheiro Agrônomo, Doutor em Entomologia
Pesquisador – Embrapa Amazônia Oriental
wplemos@cpatu.embrapa.br

Wanderlei Antônio Alves de Lima

Engenheiro Agrônomo, Doutor em Produção Vegetal
Pesquisador – Embrapa Amazônia Ocidental
wanderlei.lima@cpaa.embrapa.br

Wenceslau Geraldes Teixeira

Engenheiro Agrônomo, Doutor em Ciência do Solo
Pesquisador – Embrapa Solos
wenceslau@cnps.embrapa.br

Wilma Araújo Gonzalez

Química, Doutora em Química
Professora da Seção de Engenharia Química do Instituto Militar de Engenharia (IME),
Rio de Janeiro – RJ
wilma@ime.eb.br

A obra *Zoneamento Agroecológico, Produção e Manejo para a Cultura da Palma de Óleo na Amazônia*, que ora entregamos para usufruto e benefício da sociedade brasileira, é, como o título sugere, a reunião de dois livros em um.

O primeiro, ou Parte I, trata do zoneamento agroecológico das áreas desmatadas da Amazônia segundo os requerimentos agronômicos para o cultivo da palma de óleo (dendezeiro). Cuida de identificar, avaliar, caracterizar e delinear em mapas, em favor de técnicos, pesquisadores, produtores e autoridades em geral, as unidades ambientais da paisagem desmatada na Amazônia (em sua maioria, pastagens já degradadas) que tenham aptidão para o cultivo da palma de óleo, e também aquelas que se excluem de tal possibilidade por serem matas nativas, áreas de reserva legal ou simplesmente inaptas para tal cultivo. Traz ainda, como bônus, a atualização metodológica, que permite total informatização dos procedimentos de elaboração de zoneamentos agroecológicos, seja na avaliação das aptidões de solo e de clima, na organização da informação ou na produção cartográfica.

O segundo livro, ou Parte II, reúne todo o conhecimento validado e disponível para a implantação e o manejo eficientes e sustentáveis de lavouras de palma de óleo em áreas com diferentes níveis de aptidão agrícola e variados aportes tecnológicos. Além disso, descreve estratégias de ampliação da economicidade dos empreendimentos, destacando: as alternativas de convivência e controle dos agentes de sua doença mais grave – o Amarelecimento Fatal; as possibilidades de adoção da cultura pela agricultura de base familiar; e a inserção da cultura da palma de óleo no contexto da agroenergia.

Esta obra resulta de projeto estratégico em boa hora amparado pelo Ministério da Ciência e Tecnologia e sua Financiadora de Estudos e Projetos (FINEP). Seus achados científicos e tecnológicos apoiam o Programa de Produção Sustentável da Palma de Óleo, que carrega vívidas esperanças de recuperação de áreas degradadas da Amazônia Legal, com inegáveis impactos positivos na melhoria de renda das comunidades de agricultura familiar e no saldo das emissões de carbono.

É fruto do esforço colaborativo de experimentados pesquisadores, oriundos de variados órgãos estaduais de pesquisa e desenvolvimento agrícola e de diferentes centros de pesquisa da Embrapa, muitos com décadas de dedicação à Amazônia, aos estudos de zoneamento e à cultura da palma de óleo.

A qualidade deste trabalho confirma a convicção de que a evolução do conhecimento é ferramenta confiável para a solução dos problemas e conflitos naturais do processo de desenvolvimento econômico e social.

Boa Leitura!

Fazer a apresentação desta obra é, pessoalmente, muito gratificante, tanto pela sua importância para a produção de biocombustível em áreas remotas da Amazônia, como também pelo exemplo de sucesso de investimento público em benefício da sociedade.

Por várias razões, a palma de óleo tem despertado o interesse de cientistas, especialistas e, mais recentemente, de planejadores e do setor privado para a produção de biocombustíveis nas regiões tropicais. É a oleaginosa com maior produtividade de energia por área, é perene e, principalmente, pode resgatar a sustentabilidade econômica e social da agricultura familiar. Além desses predicados, existe outro de grande relevância que raramente é lembrado: a cultura da palma de óleo já é tradicionalmente plantada com cobertura de solo de leguminosas fixadoras de nitrogênio sem revolvimento do solo em cultivo mínimo, hoje paradigma da agricultura tropical quando se pensa em sustentabilidade.

A palma de óleo mais adequada para ser cultivada na Amazônia futuramente é a cafuza brasileira: a fusão da palma sul americana (*Elaeis oleifera*) com a palma africana (*Elaeis guineensis* Jacq.), com o propósito de se defender do amarelecimento fatal, além de se obter maior produtividade e um óleo de melhor qualidade.

Este livro é resultado de parte do apoio a uma ação estruturante para a Amazônia com recursos do Fundo Nacional de Desenvolvimento Científico e Tecnológico (FNDCT) com o objetivo de criar bases científicas para a produção de biocombustível nas regiões remotas de fronteira da Amazônia. Dessa ação constava o zoneamento agroecológico para identificar terras com potencial para o cultivo da palma em áreas desmatadas, desenvolver métodos para a rápida propagação dos melhores híbridos da cultura e implantar um projeto piloto de agricultura familiar em Benjamin Constant (AM), na Amazônia, área em processo de alteração, a fim de testar a viabilidade econômica e social da atividade. O projeto, ainda em implantação, já serve como modelo para outras regiões.

Na primeira parte do livro, além dos resultados do zoneamento, são descritas as metodologias e os procedimentos desenvolvidos no projeto para zoneamentos agroecológicos, realizados de forma totalmente informatizada. Na segunda parte, são apresentadas informações preciosas para a produção e o manejo sustentáveis da cultura. Esse conjunto de dados é fundamental para a implantação de programas de produção de biocombustível, o resgate social das comunidades rurais e a ocupação sustentável das áreas remotas da Amazônia.

Parablenzo todos os participantes do projeto e os autores do livro, principalmente dois personagens centrais desta empreitada: o Dr. Edson Barcelos, pelo seu papel fundamental no melhoramento e na manutenção dos mais de 400 ha do banco genético da palma de óleo em Rio Urubu, no Amazonas, ao qual dedicou grande parte de sua carreira científica, tendo incansavelmente demonstrado o grande potencial da cultura

quando ainda era apenas uma promessa; e o Dr. Antonio Ramalho Filho, por ter aceitado o desafio desta empreitada e, com sucesso, ter liderado e concluído um projeto que foi muito além dos objetivos e metas inicialmente propostos, cujos resultados, mesmo antes de oficialmente publicados, já estão sendo usados como base para a implantação do programa de produção sustentável de biocombustível na Amazônia pelo governo federal.

Editores Técnicos:
Antonio Ramalho Filho
Paulo Emílio Ferreira da Motta
Pedro Luiz de Freitas
Wenceslau Gerales Teixeira

Prefácio

Este livro é a síntese do resultado de um trabalho de longo tempo realizado no âmbito do projeto que originalmente recebeu o título de *Zoneamento Agroecológico do Dendzeiro para as Áreas Desmatadas da Amazônia Legal – ZAE-Dendê*. Trata-se de um projeto encomendado pelo governo federal, financiado pela FINEP e executado sob a coordenação da Embrapa Solos, unidade de pesquisa e desenvolvimento da Empresa Brasileira de Pesquisa Agropecuária (Embrapa), vinculada ao Ministério da Agricultura, Pecuária e Abastecimento. A execução do projeto contou com a efetiva cooperação das unidades da Embrapa localizadas na Região Amazônica, de órgãos públicos federais e estaduais, além de empresas privadas envolvidas na cadeia produtiva da cultura da palma de óleo.

A expansão da cultura da palma de óleo nas áreas já desflorestadas da Amazônia Legal é reconhecida como uma excelente alternativa para a produção de óleo para fins alimentícios e energéticos. Constitui, também, uma alternativa para a geração de emprego e renda no campo, tanto para grandes empreendimentos como para pequenos estabelecimentos rurais (assentamentos e projetos governamentais de associativismo e cooperativismo). O uso de terras antropizadas – hoje, na sua grande maioria, esgotadas e ocupadas com pastos em estado avançado de degradação – com atividades que contam com tecnologias consolidadas, como a cultura da palma de óleo, é uma alternativa econômica viável para a redução da pressão do desmatamento no Bioma Amazônia.

Este livro foi dividido em duas partes: na primeira, são apresentados e discutidos os objetivos, o contexto, a metodologia e os resultados alcançados no Zoneamento Agroecológico para a cultura da palma de óleo nas áreas desmatadas da Amazônia Legal – ZAE – Palma de Óleo. Também são descritos os procedimentos metodológicos utilizados para avaliar a aptidão agrícola das terras e a aptidão climática que, conjugadas, resultam no ZAE-Palma de Óleo para as áreas desflorestadas na Amazônia Legal, estimadas, segundo o Projeto Prodes do INPE, em 32 milhões de hectares. Encontram-se pormenorizados os critérios agrônômicos utilizados na definição das áreas onde, ressalvadas as salvaguardas, poderá ocorrer a expansão da área da cultura de palma de óleo na Amazônia Legal em bases sustentáveis. Os mapas resultantes do zoneamento são apresentados também em DVD, que segue anexo a este livro. Além de constituir uma ferramenta básica para orientar e ordenar a implantação de palmares na região, a execução deste trabalho propiciou o desenvolvimento de uma metodologia para elaboração de zoneamentos agroecológicos para culturas ou produtos utilizando procedimentos inteiramente informatizados.

Na segunda parte, são abordados os aspectos relativos à produção e ao manejo sustentáveis da cultura da palma de óleo na Amazônia, com o objetivo de orientar as atividades de planejamento, uso e manejo a serem realizadas na instalação de palmares nas áreas consideradas aptas em um dos dois níveis tecnológicos adotados no ZAE-Palma de Óleo. Os assuntos abordados estão ordenados em uma sequência que

vai do planejamento conservacionista das áreas aptas à implantação de palmares à escolha do material genético para a produção sustentável da palma de óleo, em especial dos híbridos desenvolvidos a partir do cruzamento entre a espécie de origem africana (*Elaeis guineensis* L.) e a de origem amazônica, denominada localmente de caiaué (*Elaeis oleifera* - H.B.K. – Cortes).

A segunda parte também apresenta desde as técnicas de formação das mudas até as práticas sustentáveis de produção e de manejo dos palmares, incluindo a avaliação do estado nutricional e o uso de cultivos intercalares, fundamentais para o sucesso da implantação de palmares por agricultores familiares. O manejo de pragas e doenças e as incertezas provocadas pela etiologia do Amarelecimento Fatal (AF), ou Amarelecimento Letal, são abordados por meio de revisão do atual estágio das pesquisas nesses temas. São relatadas, ainda, várias experiências com a implantação de palmares na Região Amazônica. Esta parte finaliza com uma abordagem sobre o uso do óleo de palma para a produção de biomassa e biocombustível de forma compatível com a realidade do cenário nacional.

A informação sobre o desenvolvimento da cultura da palma de óleo contida neste livro tem caráter incremental, especialmente considerando a ampla literatura existente no Brasil e no mundo. Constitui-se, assim, em uma contribuição efetiva para apoiar o Programa de Produção Sustentável da Cultura da Palma de Óleo, recentemente lançado pela Presidência da República, o qual visa incentivar, ordenar e fomentar a expansão dessa oleaginosa no Brasil, com especial referência à Amazônia.

PARTE I

Zoneamento Agroecológico para a Cultura da Palma de Óleo (Dendzeiro) nas Áreas Desmatadas da Amazônia Legal

Capítulos

- 1 Contexto e objetivos do Zoneamento Agroecológico para a cultura da palma de óleo nas áreas desmatadas da Amazônia Legal
Antonio Ramalho Filho, Paulo Emílio Ferreira da Motta
19
- 2 Procedimento metodológico da Avaliação da Aptidão Agrícola das Terras para a cultura da palma de óleo nas áreas desmatadas da Amazônia Legal
Antonio Ramalho Filho, Paulo Emílio Ferreira da Motta, Uebi Jorge Naime e Jesus Fernando Mansilla Baca
23
- 3 Procedimento metodológico da Avaliação da Aptidão Climática para a cultura da palma de óleo nas áreas desmatadas da Amazônia Legal
Alexandre Ortega Gonçalves, Therezinha Xavier Bastos, Alexandre Hugo Barros, Antonio Ramalho Filho e Paulo Emílio Ferreira da Motta
47
- 4 Organização da informação, metodologia da integração temática, procedimentos informatizados e cartografia para a elaboração do Zoneamento Agroecológico para a cultura da palma de óleo nas áreas desmatadas da Amazônia Legal
Margareth Simões Penello Meirelles, Alexandre Ortega Gonçalves, Mario Luiz Diamante Aglio, Jesus Fernando Mansilla Baca, Marie Elisabeth Christine Claessen, Wenceslau Geraldes Teixeira, Paulo Emílio Ferreira da Motta e Antonio Ramalho Filho
51
- 5 Zoneamento Agroecológico para a cultura da palma de óleo nas áreas desmatadas da Amazônia Legal
Antonio Ramalho Filho, Paulo Emílio Ferreira da Motta, Uebi Jorge Naime, Alexandre Ortega Gonçalves e Wenceslau Geraldes Teixeira
57
- 6 Salvaguardas do Zoneamento Agroecológico para a palma de óleo na Amazônia Legal e priorização de áreas
Ana Paula Dias Turetta e Antonio Ramalho Filho
69

PARTE II

Produção e Manejo Sustentáveis para a Cultura da Palma de Óleo na Amazônia

Capítulos

- 1 Planejamento conservacionista e procedimentos para a instalação de palmares na Amazônia
Pedro Luiz de Freitas, Antonio Ramalho Filho, Paulo Emílio Ferreira da Motta e Wenceslau Gerales Teixeira
75
- 2 Aspectos gerais sobre a fenologia da cultura da palma de óleo
Antonio Agostinho Müller, Emeleocípio Botelho de Andrade
83
- 3 Material genético utilizado para a produção sustentável da cultura da palma de óleo na Amazônia
Raimundo Nonato Vieira da Cunha, Ricardo Lopes, Rui Alberto Gomes Júnior, Maria do Rosário Lobato Rodrigues, Paulo César Teixeira, Raimundo Nonato Carvalho da Rocha e Wanderlei Antônio Alves de Lima
93
- 4 Formação de mudas para a produção sustentável da palma de óleo na Amazônia
Paulo César Teixeira, Wanderlei Antônio Alves Lima, Rui Alberto Gomes Júnior, Raimundo Nonato Vieira da Cunha, Ricardo Lopes e Raimundo Nonato Carvalho da Rocha
101
- 5 Práticas de manejo sustentável na manutenção do plantio da palma de óleo na Amazônia
Raimundo Nonato Vieira da Cunha, Maria do Rosário Lobato Rodrigues, Jeferson Luis Vasconcelos de Macedo, Ricardo Lopes, Raimundo Nonato Carvalho da Rocha, Paulo César Teixeira e Wanderlei Antônio Alves de Lima
107

- 6 Avaliação do estado nutricional e manejo da fertilidade do solo para a produção sustentável da cultura da palma de óleo na Amazônia
Maria do Rosário Lobato Rodrigues, Paulo César Teixeira, Jeferson Luis Vasconcelos de Macedo, Raimundo Nonato Vieira da Cunha, Ricardo Lopes, Raimundo Nonato Carvalho da Rocha e Wenceslau Gerales Teixeira
115
-
- 7 Manejo sustentável para a cultura da palma de óleo: cobertura do solo e cultivos intercalares
Raimundo Nonato Carvalho da Rocha, Maria do Rosário Lobato Rodrigues, Paulo César Teixeira, Ricardo Lopes, Raimundo Nonato Vieira da Cunha, Jeferson Luis Vasconcelos de Macedo, Ronaldo Ribeiro de Moraes e Wanderlei Antônio Alves de Lima
127
-
- 8 Características físicas do solo adequadas para implantação e manutenção da cultura de palma de óleo na Amazônia
Wenceslau Gerales Teixeira, Gilvan Coimbra Martins, Omar Cubas, Pedro Luiz de Freitas, Maria do Rosário Lobato Rodrigues, Antônio Ramalho Filho
137
-
- 9 Manejo de pragas e doenças para a cultura de palma de óleo na Amazônia
Walkymário de Paulo Lemos e Alessandra de Jesus Boari
145
-
- 10 O desafio das pesquisas com a etiologia do Amarelecimento Fatal (AF) da cultura da palma de óleo
Alessandra de Jesus Boari
153
-
- 11 A cultura da palma de óleo como âncora do desenvolvimento da agricultura familiar na Amazônia Ocidental
Edson Barcelos e Mauricio Veloso Soares
167
-
- 12 Combinação de cultivos florestais com a cultura da palma de óleo no Estado do Acre
João Batista Martiniano Pereira, Rodrigo da Silva Guedes, Edson Alves de Araújo, João Paulo Mastrângelo, Eufra Ferreira do Amaral, Tádario Kamel de Oliveira e Nilson Gomes Bardales
179
-

- 13 Experiências na produção para a cultura de palma de óleo na Amazônia: relato de experiências da Marborges Agroindústria S.A. (Moju – Pará)

Antonio José de Abreu Pina

189

- 14 Cultura da palma de óleo no contexto da agroenergia: biomassa e biocombustível
Wanderlei Antônio Alves de Lima, Wilma Araújo Gonzalez, Luiz Eduardo Pizarro Borges, Paulo César Teixeira, Ricardo Lopes, Raimundo Nonato Vieira da Cunha e Raimundo Nonato Carvalho da Rocha

205

PARTE 1

Zoneamento Agroecológico para a Cultura da Palma de Óleo (dendzeiro) nas Áreas Desmatadas da Amazônia Legal

Editores Técnicos

Antonio Ramalho Filho
Paulo Emílio Ferreira da Motta

Agradecimento

Os autores e a Embrapa Solos reconhecem a efetiva cooperação das unidades da Embrapa localizadas na Região Amazônica, notadamente a Embrapa Amazônia Oriental e a Embrapa Amazônia Ocidental, e expressam agradecimento aos pesquisadores, técnicos e empresas que colaboraram na execução do Zoneamento Agroecológico da Palma de Óleo (dendzeiro) para as Áreas Desmatadas da Amazônia Legal, especialmente Antonio Agostinho Muller, Gilvan Coimbra Martins, Paulo César Teixeira, Rodrigo D. Ferraz, José Carlos Pereira dos Santos, Maria do Rosário Lobato Rodrigues, João Batista Martiniano Pereira, Jonas de Souza, Sandoval O. Santana, Pedro Luiz de Freitas, Waldir de Carvalho Filho, Eufraan Amaral, Adriano Venturieri, Edson Araújo, Edson Barcelos, Maurício Veloso Soares, Carlos Benedito Santana Soares, Marco Esteban del Pretti, Otávio Manoel N. Lopes, Lucietta Guerreiro Martorano, Ana Gama, Marcelo Gama, Daniel Gianluppi, Haron A. M. Xaud, Fábio Marin, Fábio Santos, além das organizações Sipam, Femact-AC, Ceplac, SEMA-AC, Seplan-MT, Emater-RO, Diocese de Alto Solimões-AM, IDAM, e das empresas Agropalma, Marborges, Yossan e Bio-Fuels.

Contexto e objetivos do Zoneamento Agroecológico para a cultura da palma de óleo nas áreas desmatadas da Amazônia Legal

Antonio Ramalho Filho e Paulo Emílio Ferreira da Motta

A expansão da área cultivada com a palma de óleo (dendzeiro) nas áreas já desmatadas da Amazônia é reconhecida como uma excelente alternativa para a produção de óleo para fins alimentares e energéticos, constituindo suporte tanto para o projeto governamental de ampliação e diversificação da matriz energética brasileira, quanto para a criação de empregos e o aumento da renda da população envolvida nessa atividade. Por outro lado, propicia um melhor aproveitamento das áreas desmatadas e, como consequência, diminui a pressão sobre as áreas de florestas nativas.

O zoneamento agroecológico de uma espécie vegetal corresponde à identificação, caracterização e delineamento cartográfico de unidades ambientais reconhecíveis na paisagem natural, classificadas em função de sua aptidão para o cultivo sustentável de tal espécie. Dessa forma, deve ser confrontada a informação sobre as exigências ecofisiológicas da cultura com a oferta ambiental da área onde se pretende cultivá-la. No caso deste zoneamento, o levantamento das necessidades da palma de óleo quanto a solo e clima constituiu uma etapa específica do trabalho.

O zoneamento agroecológico é uma ferramenta fundamental para a criação de mecanismos de orientação à implementação da cadeia de produção de palma de óleo. Para a Amazônia Legal, em particular, constitui base técnico-científica para se buscar a sustentabilidade dos pontos de vista social, econômico e ambiental pela indicação das terras mais adequadas à cultura de palma de óleo.

No formato apresentado, considerando dois níveis tecnológicos, o zoneamento agroecológico fornece elementos para a implantação e a expansão da cultura em bases sustentáveis, seja para uma agricultura de grande ou de pequena escala.

A aptidão pedoclimática das terras para uma determinada cultura é avaliada a partir da comparação entre a necessidade ecofisiológica da planta e a oferta ambiental da área onde se pretende implantá-la, procurando-se atender a uma relação custo/benefício favorável. Esse procedimento baseia-se no fato de que existe, para cada espécie vegetal, um conjunto de características de solo, relevo e clima, bem como de outros fatores ambientais, no qual ela melhor se adapta e sua implantação exerce menor impacto negativo sobre o ambiente.

O “Zoneamento Agroecológico para a Cultura da Palma de Óleo nas Áreas Desmatadas da Amazônia Legal – ZAE-Palma de Óleo” foi elaborado sob encomenda do Governo Federal, com apoio financeiro da Financiadora de Estudos e Projetos – MCT/FINEP. A Amazônia Legal, estabelecida no Artigo 2º da lei nº 5.173, de outubro de 1966, abrange os estados do Acre, Amapá, Amazonas, Mato Grosso, Pará, Rondônia, Roraima, Tocantins, parte do Maranhão e cinco municípios de Goiás, compreendendo cerca de 59% do território brasileiro (IBGE, 2009).

Sua elaboração, liderada pela Embrapa Solos, contou com a cooperação das Unidades da Embrapa na Região Norte, bem como de outras instituições públicas e privadas que atuam na região, entre as quais: Sistema de Proteção da Amazônia (SIPAM-CR/Manaus); Ministério do Meio Ambiente, através do IBAMA, da FUNAI e das Secretarias do Desenvolvimento Sustentável e de Biodiversidade; Comissão Executiva do Plano da Lavoura Cacaueira (CEPLAC/CEPEC); Empresa de Assistência Técnica e Extensão Rural do Estado de Rondônia (EMATER-RO); Fundação de Meio Ambiente, Ciência e Tecnologia do Estado de Roraima (FEMACT-RR); Instituto de Desenvolvimento Agropecuário e Florestal Sustentável do Estado do Amazonas (IDAM); Secretaria de Planejamento do Estado de Mato Grosso (SEPLAN-MT); Diocese de Tabatinga-AM; Universidade Federal do Estado do Pará (UFPA); e as empresas Agropalma, Marborges, Yossan e Biofuels. Este trabalho possibilitou conhecer e espacializar o potencial agroecológico das terras para a cultura de palma de óleo visando à produção de óleo para alimentação humana e para biocombustível de forma sustentável e com impacto reduzido sobre a biodiversidade da região. Para isso, o zoneamento teve como foco principal as áreas desmatadas da Amazônia Le-

gal, informadas pelo Instituto Nacional de Pesquisas Espaciais – Projeto de Monitoramento do desflorestamento da Amazônia Legal (INPE/PRODES) (INPE, 2007). O ZAE-Palma de Óleo tem como objetivo geral avaliar e espacializar o potencial das terras para a palma de óleo como base para o uso sustentável das terras em harmonia com a biodiversidade. E, como objetivos específicos:

- oferecer subsídios para a reestruturação da matriz energética brasileira através da produção de biocombustível;
- apresentar alternativas econômicas sustentáveis aos produtores rurais da região, operando em agricultura empresarial ou familiar;
- propor uma base para o planejamento do uso sustentável das terras em consonância com a legislação vigente;
- propiciar o ordenamento territorial nas áreas desmatadas consolidadas e a consolidar da Região Amazônica em conformidade com o Zoneamento Ecológico-Econômico (ZEE) dos estados da região;
- fornecer bases para o planejamento de polos de desenvolvimento no espaço rural em alinhamento com as políticas governamentais sobre segurança alimentar e energia.

O ZAE-Palma de Óleo foi realizado para dois níveis tecnológicos (níveis de manejo), sendo um com alto e outro com modesto aporte de capital de tecnologia.

Como forma de validação, os resultados preliminares foram discutidos em reuniões com representantes do poder público, técnicos, extensionistas e produtores dos estados da região, além de terem sido divulgados em eventos científicos e em diversos seminários sobre solos, oleaginosas e agroenergia (MOTTA et al., 2009a,

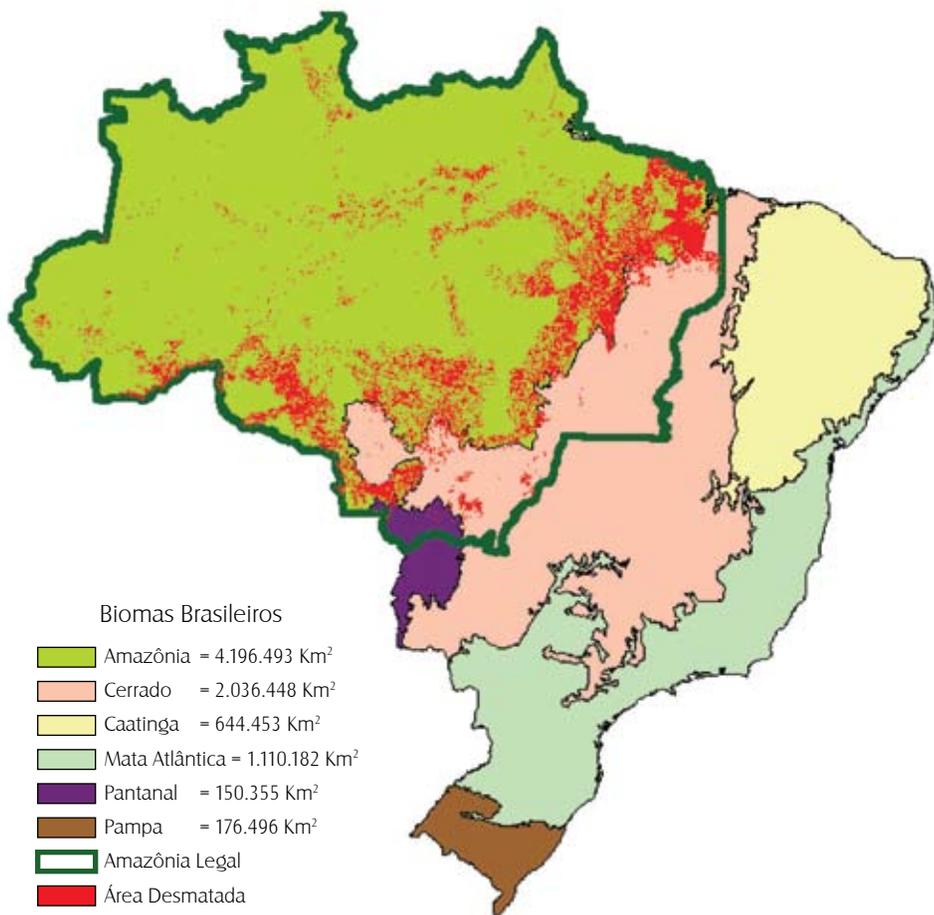
2009b; RAMALHO FILHO et al., 2009a, 2009b, 2009c, 2009d; RAMALHO FILHO et al., 2008).

A área foco do projeto, inserida no bioma Amazônico (5.049.717,30 km²), corresponde às áreas desmatadas da Amazônia

Legal (Figura 1) informadas pelo Projeto de Monitoramento do desflorestamento da Amazônia Legal (INPE, 2007), com exclusão das áreas de proteção integral (parques nacionais, estaduais e reservas indígenas) informadas pelo IBAMA e pela FUNAI.

Figura 1 – Mapa dos biomas brasileiros mostrando a abrangência do ZAE-Palma de Óleo (Amazônia Legal), com destaque para as áreas desmatadas

(Fontes: INPE, 2007; IBGE, 2009, 2010)



Referências bibliográficas

IBGE. **Mapa de Biomas**. Disponível em: <http://mapas.ibge.gov.br/biomas2/viewer.htm>. Acesso em: 10 out. 2010.

IBGE. **Mapa da Amazônia Legal**. Disponível em: <http://www.ibge.gov.br/home/geociencias>. Acesso em: 08 mar. 2009

INPE. **Programa de mapeamento do desmatamento**. Disponível em: <http://www.dpi.inpe.br/prodesdigital/prodes.php>. Acesso em 09 mai. 2007.

MOTTA, P. E. F.; RAMALHO FILHO, A. ; GONÇALVES, A. O.; NAIME, U. J.; BACA, J. M.; CLAESSEN, M. E. C. Zoneamento agroecológico do dendzeiro para as áreas desmatadas do Estado do Mato Grosso. In: CONGRESSO BRASILEIRO DE CIÊNCIA DO SOLO, 32. Fortaleza, 2009. **Anais...** Fortaleza: Sociedade Brasileira de Ciência do Solo, 2009a. CD-ROM.

MOTTA, P. E. F.; NAIME, U. J.; RAMALHO FILHO, A.; GONÇALVES, A. O.; BACA, J. M. Zoneamento agroecológico do dendzeiro para as áreas desmatadas do Estado do Rondônia. In: CONGRESSO BRASILEIRO DE CIÊNCIA DO SOLO, 32. Fortaleza, 2009. **Anais...** Fortaleza: Sociedade Brasileira de Ciência do Solo, 2009b. CD-ROM.

RAMALHO FILHO, A.; BACA, J. F. M.; MOTTA, P. E. F. ; NAIME, U. J.; CLAESSEN, M. E. C. Zoneamento agroecológico do dendê nas áreas desmatadas da Amazônia Legal. In: CONGRESSO BRASILEIRO DE PLANTAS OLEAGINOSAS, ÓLEOS, GORDURAS E BIODIESEL, 5. Lavras, 2008. **Anais...** Lavras: UFLA, 2008. CD-ROM.

RAMALHO FILHO, A.; MOTTA, P. E. F.; NAIME, U. J.; GONÇALVES, A. O.; BARROS, A. H. Zoneamento agroecológico do dendzeiro para as áreas desmatadas do Estado do Acre. In: CONGRESSO BRASILEIRO DE CIÊNCIA DO SOLO, 32. Fortaleza, 2009. **Anais...** Fortaleza: Sociedade Brasileira de Ciência do Solo, 2009a. CD-ROM.

RAMALHO FILHO, A.; MOTTA, P. E. F.; NAIME, U. J.; BASTOS, T. X.; GONÇALVES, A. O.; CLAESSEN, M. E. C.; TEIXEIRA, W. G. Zoneamento agroecológico do dendzeiro para as áreas desmatadas do Estado do Pará. In: CONGRESSO BRASILEIRO DE CIÊNCIA DO SOLO, 32. Fortaleza, 2009. **Anais...** Fortaleza: Sociedade Brasileira de Ciência do Solo, 2009b. CD-ROM.

RAMALHO FILHO, A.; MARTINS, G. C.; MOTTA, P. E. F.; TEIXEIRA, W. G.; NAIME, U. J.; GONÇALVES, A. O.; BARROS, A. H.; BACA, J. M. Zoneamento agroecológico do dendzeiro para as áreas desmatadas do Estado do Amazonas. In: CONGRESSO BRASILEIRO DE CIÊNCIA DO SOLO, 32. Fortaleza, 2009. **Anais...** Fortaleza: Sociedade Brasileira de Ciência do Solo, 2009c. CD-ROM.

RAMALHO FILHO, A.; MOTTA, P. E. F.; NAIME, U. J.; GONÇALVES, A. O.; BACA, J. M.; BARROS, A. H.; TEIXEIRA, W. G.; BASTOS, T. X. Zoneamento agroecológico do dendê (Palma africana) na Região Amazônica brasileira – procedimentos metodológicos e resultados. In: CONGRESO LATINOAMERICANO DE LA CIENCIA DEL SUELO, 18. San Jose, Costa Rica, 2009. **Anais...** San Jose, Costa Rica: Sociedad Latinoamericana de la Ciencia del Suelo, 2009d. CD-ROM.

Procedimento metodológico da Avaliação da Aptidão Agrícola das Terras para a cultura da palma de óleo nas áreas desmatadas da Amazônia Legal

Antonio Ramalho Filho, Paulo Emílio Ferreira da Motta, Uebi Jorge Naime e Jesus Fernando Mansilla Baca

Considerações gerais

A avaliação da aptidão das terras para a palma de óleo baseou-se na interpretação de características específicas dos solos, obtidas na base de dados do SIPAM (SIPAM, 2004), a qual agrega e compatibiliza os resultados de todos os trabalhos relacionados a esse tema já desenvolvidos na Amazônia por diversas instituições. Por serem os únicos com abrangência total da região, os mapas do Radambrasil, que correspondem a 334 folhas na escala 1:250.000 que, por sua vez, compõem 18 folhas 1:1.000.000, constituem a base geral do trabalho. O mapeamento, publicado na escala 1:1.000.000 pelo Projeto Radambrasil, foi posteriormente retrabalhado pela equipe de pedologia do IBGE e colaboradores, por encomenda do SIVAM, gerando uma nova base de dados de solos, com um nível mais alto de abstração, resultado da incorporação de informação mais recente proveniente de mapas em escala maior, produzidos por várias instituições, sobretudo a Embrapa, com base em novo trabalho de campo e nova amostragem. Essa nova base de dados do SIPAM foi disponibilizada na escala cartográfica

de 1:250.000, embora o nível categórico do mapeamento, mais generalizado, seja compatível com uma escala estimada em 1:600.000.

A partir do estabelecimento de um procedimento de busca automática ao banco de dados através de sistema computacional, a legenda do mapa de solos da base de solos do SIPAM foi reconstruída em planilhas eletrônicas, nas quais foram incluídos diversos atributos dos solos relevantes para a avaliação da aptidão das terras para a cultura da palma de óleo.

O procedimento geral da avaliação da aptidão agrícola das terras para a palma de óleo seguiu de modo geral aqueles preconizados pelo Sistema de Avaliação da Aptidão Agrícola das Terras (RAMALHO FILHO; BEEK, 1995), procedendo-se algumas adaptações, tal como a utilização de um quadro de conversão, ou conjunto de regras, específico para a palma de óleo.

A avaliação para cada componente das unidades de mapeamento de solos foi feita, de acordo com os seus graus de limitação ao uso, em quatro classes: boa, regular, marginal ou restrita e inapta. Essas classes são estabelecidas de acordo com o grau de intensidade com que os fatores

de limitação afetam as terras para os níveis de manejo B e C, conforme a simbologia apresentada na Tabela 1.

nologia e o segundo, por alto aporte de capital e tecnologia. Foram gerados, portanto, dois mapas distintos e equivalentes a dois zoneamentos. Definições mais completas dos níveis de manejo adotados encontram-se na Tabela 2.

Níveis de manejo

Visando avaliar o potencial das terras sob diferentes níveis de aplicação de tecnologia agrícola e capital, tanto a aptidão das terras quanto o zoneamento agroecológico foram executados para dois níveis de manejo – B e C – sendo o primeiro caracterizado por uma aplicação média de capital e modesto uso de insumos e tec-

Avaliação da Aptidão das Terras

Os fatores limitantes dos solos, considerados representativos das condições agrícolas das terras, são: deficiência de

Tabela 1 – Simbologia usada para designação das classes de aptidão das terras nos níveis de manejo B e C. Fonte: Ramalho Filho e Beek (1995)

Classe de aptidão	Nível de Manejo	
	B	C
Boa	B	C
Regular	b	c
Restrita	(b)	(c)
Inapta	I	I

Tabela 2 – Características dos níveis de manejo considerados no ZAE-Palma de Óleo
Fonte: Ramalho Filho e Beek (1995)

Nível de manejo	Características
B	Emprega práticas agrícolas que refletem um nível tecnológico médio, havendo modesta aplicação de capital e de tecnologias para manejo, melhoramento e conservação das terras e das lavouras. As práticas agrícolas estão condicionadas, principalmente, à tração animal. A motomecanização, portanto, é mais intensa no preparo inicial do solo e em alguns tipos de tratamentos culturais compatíveis com implementos agrícolas mais simples.
C	Emprega práticas agrícolas que refletem um alto nível tecnológico, caracterizando-se pela aplicação intensiva de capital e de tecnologias para manejo, melhoramento e conservação das terras e das lavouras. A motomecanização está presente nas diversas fases da operação agrícola.

fertilidade natural, deficiência de água, excesso de água e riscos de inundação, suscetibilidade à erosão, impedimentos ao desenvolvimento radicular e impedimento à mecanização, os quais são analisados de acordo com seus respectivos graus de limitação: Nulo (N), Ligeiro (L), Moderado (M), Forte (F) e Muito Forte (MF), conforme os preceitos metodológicos propostos por Ramalho Filho e Beek (1995).

Subsidiariamente, foram consideradas, em separado, outras propriedades específicas do solo, tais como textura, relevo, drenagem interna e profundidade, que interferem no volume de solo explorado pelas raízes e, conseqüentemente, na disponibilidade de nutrientes e de água para as plantas. O cruzamento direto entre a textura do solo e o relevo, por exemplo, foi utilizado para auxiliar as avaliações de suscetibilidade à erosão e de impedimento à mecanização. Esse procedimento constitui um maior refinamento do Sistema de Avaliação da Aptidão Agrícola das Terras. Procedimento semelhante a esse já foi usado no passado para o zoneamento da aptidão das terras para culturas específicas (IDE et al., 1980; RAMALHO FILHO et al., 1984, 1985).

Um critério importante para a avaliação da aptidão das terras foi o estabelecimento de um conjunto de regras específicas para a palma de óleo que representasse as exigências ecofisiológicas dessa cultura. Esse conjunto de regras, ou quadro

de conversão, que constitui a essência do sistema de avaliação, foi obtido através de revisão bibliográfica e de forma consensual através de discussões com técnicos e produtores especializados nessa cultura. Nele são estipulados os graus máximos de severidade ou de limitação para cada fator limitativo das condições de produção da cultura, de forma que cada componente das unidades de mapeamento se enquadre nas quatro classes de aptidão das terras (Boa, Regular, Restrita e Inapta), sob os níveis de manejo B e C. Esses graus de limitação são atribuídos às terras de acordo com o nível de problemas remanescente, previsto após a aplicação das medidas mitigadoras compatíveis com cada nível de manejo, tendo como referência um solo com características compatíveis com a classe de aptidão Boa para a palma de óleo.

A comparação das limitações dos solos, definidas com base nas faixas indicadas na Tabela 3, com os graus de limitação máximos permissíveis para o enquadramento das terras nas diferentes classes de aptidão, estabelecidos no conjunto de regras para a palma de óleo (Tabela 4), resulta na classificação da aptidão das terras para essa cultura. Cada solo componente da Unidade de Mapeamento (UM) foi avaliado individualmente, sendo sua classe de aptidão atribuída em analogia à Lei do Mínimo de Liebig e em função do fator mais limitativo. Por outro lado, a classe de aptidão mais frequente dentro da UM define sua aptidão.

Tabela 3 – Graus de Limitação atribuídos aos Solos da Amazônia Legal

Fator Limitativo	Grau de Limitação				
	Nulo	Ligeiro	Moderado	Forte	Muito Forte
Deficiência de Fertilidade - em função da saturação de bases, salinidade, sodicidade e de carbonatos	eutrófico (V > 50%)	distrófico (V < 50%) ou álico (sat. Al > 50% e Al _{ext.} < 4cmol/kg)	aluminico (sat. Al > 50% e Al _{ext.} > 4cmol/kg)	sódico ou carbonático ou solódico	salino ou tiomórfico ou salico (CE > 15 mS/cm a 25°C)
Deficiência de Água - em função da textura e da atividade da argila	argilosa, média ou orgânica	muito argilosa ou siltosa	(Ta) ou muito argilosa	arenosa	arenosa com granulometria mais grosseira
Excesso de Água - em função da classe de drenagem interna	bem drenado	bem a mod. drenado	mod. drenado	imperf. drenado	mal drenado
Susceptibilidade à Erosão - em função das classes de relevo (declive)	plano (0 - 3%)	suave, ondulado (3 - 8%)	moderadamente ondulado (8 - 13%)	ondulado (13 - 20%)	forte ondulado a montanhoso (20 - 45% ou +)
Impedimento à Mecanização - em função das classes de relevo	plano (0 - 3%)	suave ond. a mod. ond. (3 - 13%)	ondulado (13 - 20%)	forte ondulado (20 - 45%)	montanhoso e escarpado (>45 a >70%)
- em função da classe de pedregosidade*	ausente	lig. pedregosa	mod. pedregosa	pedregosa, rochosa	-
- em função dos caracteres petroplintico e vértico	-	-	petroplintico ¹	-	vértico ²
- em função da classe de rochosidade*	ausente	lig. rochosa	mod. rochosa	rochosa	-
Impedimento às Raízes - em função da profundidade do solo	profundo (> 80 cm)	med. profundo (60 a 80 cm)	pouco profundo (50 a 60 cm)	raso (< 50 cm)	-

Abreviações: sat.: saturação; extr.: extratível; mod.: moderadamente; lig.: ligeiramente; med.: medianamente; ond.: ondulado.

¹ 50% ou mais de petroplintita por volume na massa do solo. ² Conjunto de características morfológicas que denota predomínio de argila de atividade alta no material de solo.

Tabela 4 - Graus máximos de limitação permissíveis, por nível de manejo, para enquadramento dos solos componentes das unidades de mapeamento nas classes de aptidão das terras (Conjunto de Regras)

NÍVEL DE MANEJO	CLASSE DE APTIDÃO							
	PREFERENCIAL		REGULAR		MARGINAL		INAPTA	
	B	C	B	C	B	C	B	C
Fatores Limitantes:								
Deficiência de Fertilidade	L	M	M	F	F	MF	MF	EF
Deficiência de Água	L	M	M	F	F	MF	MF	EF
Excesso de Água	L	L	M	M	F	F	MF	MF
Suscetibilidade à Erosão Relevo x Textura	L	M	M	F	F	MF	MF	EF
Impedimento à Mecanização								
Pedregosidade	L	N	M	L	F	M	MF	F
Rochosidade	N	N	L	L	M	M	F	F
Relevo	M	L	F	M	MF	F	EF	MF
Impedimento às Raízes	N	N	L	L	M	M	F	F

Grau de limitação: N = Nulo; L = Ligeiro; M = Moderado; F = Forte; MF = Muito forte

Fatores limitantes das terras

Seguindo ainda os preceitos metodológicos propostos por Ramalho Filho e Beek (1995), foram considerados como fatores limitativos dos solos: deficiência de fertilidade natural; deficiência de água; excesso de água e riscos de inundação; suscetibilidade à erosão e impedimentos à mecanização. Embora a verificação do efeito das diversas características do solo sobre o desenvolvimento das raízes já esteja implícita na análise dos outros fatores, achou-se por bem neste trabalho individualizá-lo e analisá-lo separadamente, devido a sua interferência no volume de solo explorado pelas raízes e, conseqüentemente, na disponibilidade de nutrientes e de água para

as plantas. Outro procedimento não convencional foi a consideração da interação entre textura do solo e relevo na avaliação da suscetibilidade à erosão e dos impedimentos à mecanização, tal como utilizado por Ide et al. (1980) e Ramalho Filho et al. (1984, 1985) para culturas específicas.

Buscando dar uma maior especificidade à cultura da palma de óleo, a avaliação foi feita diretamente sobre cada uma das características (atributos inferenciais) do solo e da paisagem que definem esses fatores limitativos. Foram empregados os graus de limitação: Nulo (N), Ligeiro (L), Moderado (M), Forte (F) e Muito Forte (MF).

Nas próximas páginas, estão descritos os fatores limitantes e os atributos do solo e da paisagem utilizados na avaliação, bem como os graus de limitação atribuídos às terras relativos a cada fator.

Deficiência de fertilidade

A intensidade deste fator é avaliada a partir do conhecimento da disponibilidade de macro e micronutrientes nos solos. As limitações dizem respeito tanto à baixa quantidade de nutrientes, em situação de insuficiência para sustentar uma produção econômica da cultura, como a uma situação de excesso, que pode ser prejudicial ao desenvolvimento das plantas. Níveis tóxicos de alumínio, sódio (solos sódicos e solódicos), enxofre (solos tiomórficos) e manganês ocorrem comumente em muitos solos. Excesso de sais também constitui séria limitação para o uso de solos de áreas costeiras ou de regiões semiáridas.

O índice de fertilidade normalmente é avaliado através de saturação de bases (V%), saturação com alumínio (100 Al/(Al+S), soma de bases trocáveis (S), capacidade de troca de cátions (T), relação C/N, fósforo assimilável, saturação com sódio, condutividade elétrica e pH. Esses dados são obtidos quando da análise dos perfis do solo.

Na avaliação deste fator, são admitidos os seguintes graus de limitação: Nulo, Leve, Moderado, Forte e Muito Forte, definidos no Sistema de Avaliação da Aptidão das Terras (RAMALHO FILHO; BEEK, 1995), como a seguir:

- Nulo – característico de terras que possuem elevadas reservas de nutrientes para as plantas, sem apresentar toxidez por sais solúveis, sódio trocável ou outros elementos prejudiciais ao desenvolvimento das plantas. Praticamente não respondem à adubação e apresentam ótimos rendimentos durante muitos anos (supostamente, mais de 20 anos), mesmo quando cultivadas com culturas mais exigentes em fertilidade.
- Leve – grau atribuído a terras com boa reserva de nutrientes para as plantas,

em que não há presença de toxidez por excesso de sais solúveis ou sódio trocável. As terras com essas características têm capacidade de manter boas colheitas durante vários anos (supostamente mais de 10 anos), com pequena exigência de fertilizantes para manter o seu estado nutricional.

- Moderado – típico de terras com limitada reserva de nutrientes para as plantas, referente a um ou mais elementos, podendo conter sais tóxicos capazes de afetar certas culturas. Durante os primeiros anos de utilização agrícola, essas terras permitem bons rendimentos, verificando-se posteriormente (supostamente depois de 5 anos) um rápido declínio na produtividade, o que torna necessária a aplicação de fertilizantes e corretivos após as primeiras safras.
- Forte – refere-se a terras com reservas muito limitadas de um ou mais elementos nutrientes, ou contendo sais tóxicos em quantidades tais que permitem apenas o desenvolvimento de plantas com tolerância. Essas características se refletem nos baixos rendimentos da maioria das culturas e pastagens desde o início da exploração agrícola, devendo essa deficiência ser corrigida na fase inicial de sua utilização.
- Muito Forte – grau atribuído a terras mal providas de nutrientes, com remotas possibilidades de serem exploradas com quaisquer tipos de utilização agrícola. Pode ocorrer nessas terras grande quantidade de sais solúveis, chegando mesmo a formar desertos salinos. Apenas plantas com muita tolerância conseguem se adaptar a essas áreas.

A Tabela 5 mostra os graus de limitação aplicados às terras em função da deficiência de fertilidade, utilizando critérios específicos para a palma de óleo.

Tabela 5 – Grau de limitação das terras quanto à deficiência de fertilidade em função das propriedades químicas dos solos

Características Químicas	Grau de Limitação
Solos eutróficos ($V \geq 50\%$)	Nulo
Solos distróficos ($V < 50\%$) ou álicos ($m \geq 50\%$ com $Al^{3+} < 4 \text{ cmol.kg}^{-1}$)	Ligeiro
Solos alumínicos ($m \geq 50\%$ e $Al^{3+} > 4 \text{ cmol.kg}^{-1}$)	Moderado
Solos sódicos (saturação com Na $\geq 15\%$) ou carbonáticos	Forte
Solos tiomórficos (altos teores de S e acidez excessiva) ou sálicos ($CE > 15 \text{ mS/cm}$ a 25°C)	Muito Forte

Simbologia – V: saturação por bases; m: saturação por Al; CE: condutividade elétrica.

Deficiência de água

É definida pela quantidade de água armazenada no solo possível de ser aproveitada pelas plantas, a qual está na dependência de condições climáticas (especialmente precipitação e evapotranspiração) e condições edáficas (capacidade de retenção e transmissão da água no solo). Por refletirem as condições hídricas das terras, informações sobre os tipos de vegetação ocorrentes na área e seus diferentes graus de deciduidade, quando disponíveis, são utilizadas para suprir a carência de dados mais precisos. Observações do comportamento de plantios comerciais existentes na área e informações de técnicos e agricultores também constituem elementos valiosos na atribuição de graus de limitação por deficiência hídrica das terras.

A capacidade de armazenamento de água, por sua vez, é decorrente de atributos do solo como textura, tipo de argila, teor de matéria orgânica, quantidade de sais e profundidade efetiva.

Foram admitidos os graus de limitação: Nulo, Ligeiro, Moderado, Forte e Muito Forte, conforme o Sistema de Avaliação da Aptidão das Terras (RAMALHO FILHO; BEEK, 1995):

- Nulo – grau atribuído a terras nas quais não há falta de água para o desenvolvimento das culturas em nenhuma época do ano. Terras com boa drenagem interna ou livres de estação seca, ou ainda com lençol freático elevado, típicas de várzeas, devem receber este grau de limitação. A vegetação natural é normalmente de floresta perenifólia, campos hidrófilos e higrófilos, e campos subtropicais sempre úmidos.
- Ligeiro – refere-se a terras nas quais ocorre uma deficiência de água pouco acentuada. Não está prevista, em áreas com este grau de limitação, irregularidade durante o período de chuvas. As formações vegetais que normalmente se relacionam a este grau são o cerrado e a floresta subcaducifólia ($Im \Rightarrow +0 < -10$), bem como a floresta caducifólia em solos com alta capacidade de retenção de água.
- Moderado – típico de terras nas quais ocorre uma acentuada deficiência de água durante um longo período, normalmente de 4 a 6 meses. As precipitações anuais oscilam entre 700 e 1.000 mm, com irregularidade em sua distribuição e predomínio de altas temperaturas. A vegetação típica dessas terras é normal-

mente de floresta caducifolia ($Im \Rightarrow 10 < 20$), transição de floresta ou cerrado para caatinga, e caatinga hipoxerófila, ou seja, de caráter seco menos acentuado. Terras com estação seca menos marcante, porém com baixa disponibilidade de água, pertencem a este grau.

- Forte – grau atribuído a terras com uma forte deficiência de água durante um período seco, que oscila de 7 a 9 meses. A precipitação anual varia entre 500 e 700 mm, com muita irregularidade em sua distribuição e com altas temperaturas. A vegetação é tipicamente de caatinga hipoxerófila ($Im \Rightarrow 20 < 30$), ou de outras espécies de caráter seco muito acentuado, equivalente à do sertão do rio São Francisco. Terras com estação seca menos pronunciada, mas com baixa disponibilidade de água para as culturas, estão incluídas neste grau, bem como aquelas que apresentem alta concentração de sais solúveis capazes de elevar o ponto de murchamento. Nesta categoria está implícita a eliminação de quaisquer possibilidades de desenvolvimento de culturas de ciclo longo não adaptadas à falta de água.
- Muito Forte – grau atribuído a terras nas quais há uma severa deficiência de água, que pode durar mais de 9 meses, com uma precipitação normalmente abaixo de 500 mm, baixo índice hídrico ($Im \Rightarrow 30$) e alta temperatura. A vegetação relacionada a este grau é a

caatinga hiperxerófila.

Para a avaliação da aptidão das terras, especificamente para a palma de óleo, foi enfocado o efeito dos atributos do solo com ênfase na textura e na atividade da argila, sendo as condições climáticas tratadas com mais detalhe na avaliação da aptidão climática.

A Tabela 6 mostra, para o caso da palma de óleo, os graus de limitação aplicados às terras em função da deficiência de água.

Excesso de água ou deficiência de oxigênio

Este fator de limitação está relacionado com a classe de drenagem natural do solo, que, por sua vez, é resultante da interação de vários fatores: precipitação, evapotranspiração, relevo local e propriedades do solo. Estão incluídos na análise desse aspecto os riscos, a frequência e a duração das inundações a que pode estar sujeita a área.

Observações sobre cor, estrutura, permeabilidade do solo e presença e profundidade de horizontes menos permeáveis, tais como horizonte plíntico, pans, etc., são importantes para o reconhecimento desses problemas.

Pela grande ocorrência de solos muito úmidos e/ou sujeitos à inundação ao longo do ano, e pela reconhecida intolerância da palma de óleo a essas condições,

Tabela 6 – Graus de limitação das terras quanto à deficiência de água em função da textura e da atividade da argila

Textura e Atividade da Argila	Grau de Limitação
Argilosa, média e orgânica	Nulo
Muito argilosa e siltosa	Ligeiro
Muito argilosa com predomínio de argila de atividade alta	Moderado
Arenosa	Forte

este fator limitante torna-se extremamente importante para a definição das classes de aptidão para essa cultura na Região Amazônica.

Foram admitidos os graus de limitação Nulo, Ligeiro, Moderado, Forte e Muito Forte, definidos de forma geral, para as mais diversas culturas, no Sistema de Avaliação da Aptidão das Terras (RAMALHO FILHO; BEEK, 1995), como a seguir:

- Nulo – grau atribuído a terras que não apresentam problemas de aeração ao sistema radicular da maioria das culturas durante todo o ano. São constituídas por solos classificados como bem e excessivamente drenados.
- Ligeiro – grau típico de terras que apresentam certa deficiência de aeração às culturas sensíveis ao excesso de água durante a estação chuvosa. Os solos são, em geral, moderadamente drenados.
- Moderado – refere-se a terras nas quais a maioria das culturas sensíveis não se desenvolve satisfatoriamente em decorrência da deficiência de aeração durante a estação chuvosa. Os solos são imperfeitamente drenados e/ou sujeitos a riscos ocasionais de inundação.
- Forte – típico de terras que apresentam sérias deficiências de aeração, só permitindo o desenvolvimento de culturas adaptadas. Demanda intensos traba-

lhos de drenagem artificial que envolvem obras viáveis em nível de agricultor. São consideradas, normalmente, mal drenadas e sujeitas a inundações frequentes, prejudiciais à maioria das culturas.

- Muito Forte – grau atribuído a terras que apresentam condições praticamente muito mal drenadas; porém, os trabalhos de melhoramento compreendem grandes obras de engenharia, em nível de projetos, fora do alcance do agricultor, individualmente.

No caso do ZAE-Palma de Óleo, diante da indisponibilidade de dados mais precisos no que se refere às áreas inundáveis, utilizou-se como atributo inferencial as classes de drenagem natural informadas nas unidades de mapeamento pedológicas ou deduzidas a partir da classe de solo, com base no conhecimento das condições pedoambientais que conduzem à sua gênese. Sendo assim, foram, em primeira análise, considerados inaptos os solos hidromórficos de modo geral, incluindo Gleissolos, Organossolos, Espodossolos e Plintossolos. Por serem solos sazonalmente inundáveis, todos os Neossolos Flúvicos também foram considerados inaptos para a palma de óleo.

A Tabela 7 mostra, para o caso da palma de óleo, os graus de limitação aplicados às terras em função do excesso de água.

Tabela 7 – Graus de limitação das terras quanto ao excesso de água em função da classe de drenagem do solo

Classe de drenagem	Grau de Limitação
Bem drenado	Nulo
Bem a moderadamente drenado	Ligeiro
Moderadamente drenado	Moderado
Imperfeitamente drenado	Forte
Mal drenado	Muito Forte

Suscetibilidade à erosão

Este fator limitante refere-se ao potencial de desgaste que o solo apresenta quando submetido a qualquer uso sem a adoção de medidas conservacionistas. Esse potencial depende basicamente das condições climáticas (especialmente do regime pluviométrico), das condições do solo (textura, estrutura, permeabilidade, profundidade, capacidade de retenção de água, presença ou ausência de camada compacta e pedregosidade), das condições do relevo (declividade, extensão da pendente e microrrelevo), da cobertura vegetal e do manejo a que é submetido.

O Sistema de Avaliação da Aptidão das Terras define os graus de limitação com relação à suscetibilidade à erosão (nulo, ligeiro, moderado, forte e muito forte), como a seguir:

- Nulo – grau atribuível a terras não suscetíveis à erosão, situadas em áreas de relevo plano ou quase plano (0 a 3% de declive) e com boa permeabilidade. Quando cultivadas por 10 a 20 anos, podem apresentar erosão ligeira, que pode ser controlada com práticas simples de manejo.
- Ligeiro – grau típico de terras que apresentam pouca suscetibilidade à erosão em função das boas propriedades físicas e por estarem situadas em áreas de relevo suave-ondulado, com declives de 3 a 8%. Quando utilizadas com lavouras por um período de 10 a 20 anos, essas terras normalmente mostram uma perda de 25% ou mais do horizonte superficial. Práticas conservacionistas simples podem prevenir esse tipo de erosão.
- Moderado – grau atribuído a terras que apresentam moderada suscetibilidade à erosão, situadas normalmente em relevo moderadamente ondulado, com declive de 8 a 13%. Esses níveis

de declive podem variar para mais de 13%, quando as condições físicas forem muito favoráveis, ou para menos de 8%, quando muito desfavoráveis, como é o caso de solos com horizonte B, com mudança textural abrupta. Se utilizadas fora dos princípios conservacionistas, essas terras podem apresentar sulcos e voçorocas, requerendo práticas de controle à erosão desde o início de sua utilização agrícola.

- Forte – grau atribuído a terras que apresentam forte suscetibilidade à erosão por ocorrerem em relevo ondulado, com declive entre 13 e 20%, ou em declives mais suaves, mas com piores condições físicas. Na maioria dos casos, a prevenção à erosão depende de práticas intensivas de controle.
- Muito Forte – refere-se a terras com suscetibilidade muito forte, por ocorrerem em áreas de relevo forte-ondulado, com declives entre 20 e 45%, o que torna o seu uso agrícola muito restrito. Na maioria dos casos, o controle à erosão é dispendioso, podendo ser antieconômico.
- Extremamente Forte – grau de terras que apresentam severa suscetibilidade à erosão. Não são recomendáveis para o uso agrícola, sob pena de serem totalmente erodidas em poucos anos. Trata-se de terras ou paisagens de relevo montanhoso com declives superiores a 45%, nas quais deve ser estabelecida uma cobertura vegetal de preservação ambiental permanente.

No caso do ZAE-Palma de Óleo, a limitação das terras quanto à suscetibilidade à erosão foi avaliada considerando-se a interação entre classe de relevo, textura e gradiente textural ao longo dos perfis. Desse modo, partiu-se do pressuposto que, dentro da mesma classe de relevo, a suscetibilidade à erosão é sensivelmente aumentada pela maior quantidade de areia

em relação à argila e pela maior diferença entre a textura das camadas superficiais e subsuperficiais do solo. Em resumo:

- 1 – Efeito do relevo: quanto maior a inclinação e/ou o comprimento de rampa do terreno, maior é a suscetibilidade à erosão.
- 2 – Efeito da textura: dentro da mesma classe de relevo a suscetibilidade à erosão tende a ser maior em solos com textura mais arenosa, e, portanto, menos agregados. Este efeito é previsto para terras com maior inclinação, sendo pouco importante em relevo mais suave.
- 3 – Efeito do gradiente textural: dentro da mesma classe de relevo, a suscetibilidade à erosão tende a ser maior em solos com maior gradiente textural, ou seja, maior diferença entre a textura dos horizontes superficiais e subsuperficiais. Este efeito é previsto como mais intenso para solos com horizontes superficiais mais arenosos e também para terras com maior inclinação, sendo pouco importante em relevo mais suave.

Deficiência por impedimento à mecanização

Este fator refere-se às condições apresentadas pelas terras devido ao uso de máquinas e implementos agrícolas. A extensão e a forma das pendentes, as condições de drenagem, a profundidade, a textura, o tipo de argila, a pedregosidade e a rochiosidade superficial condicionam o uso de mecanização, sendo este fator mais relevante no nível de manejo C, ou seja, o mais avançado, no qual está previsto o uso de máquinas e implementos agrícolas nas diversas fases da operação agrícola.

O Sistema de Avaliação da Aptidão das Terras define os graus de limitação com relação à suscetibilidade à erosão (nulo, ligeiro, moderado, forte e muito forte), como a seguir:

- Nulo – grau atribuído às terras que permitem, em qualquer época do ano, o emprego de todos os tipos de máquinas e implementos agrícolas ordinariamente utilizados. São, geralmente, de topografia plana e praticamente plana, com declividade inferior a 3%, e não oferecem impedimentos relevantes à mecanização. O rendimento do trator (número de horas de trabalho usadas efetivamente) é superior a 90%.
- Ligeiro – refere-se a terras que permitem, durante quase todo o ano, o emprego da maioria das máquinas agrícolas. São constituídas por solos profundos a moderadamente profundos, situados em áreas de relevo suave ondulado, com declives de 3 a 8%. Este grau pode ser atribuído a terras de topografia mais suave que apresentem, porém, outras limitações (textura muito arenosa ou muito argilosa, restrição de drenagem, pequena profundidade, pedregosidade, sulcos de erosão, etc.). O rendimento do trator varia de 75 a 90%.
- Moderado – grau atribuído a terras que não permitem o emprego de máquinas ordinariamente utilizadas durante todo o ano. Essas terras apresentam relevo moderadamente ondulado a ondulado, com declividade de 8 a 20%, ou topografia mais suave no caso de ocorrência de outros impedimentos à mecanização (pedregosidade, rochiosidade, profundidade exígua, textura muito arenosa ou muito argilosa do tipo 2:1, grandes sulcos de erosão, drenagem imperfeita, etc.). O rendimento do trator normalmente varia de 50 a 75%.

- Forte – caracteriza terras que ocorrem em áreas de declives acentuados (20 a 45%), em relevo forte ondulado, o que permite, quase em sua totalidade, apenas o uso de implementos de tração animal ou máquinas especiais. Sulcos e voçorocas podem constituir impedimentos ao uso de máquinas, bem como pedregosidade, rochosidade, pequena profundidade, má drenagem, etc. O rendimento do trator é inferior a 50%.
- Muito Forte – grau atribuído a terras que não permitem o uso de maquinaria,

sendo difícil até mesmo o uso de implementos de tração animal. Normalmente, são de topografia montanhosa, com declives superiores a 45% e/ou com impedimentos muito fortes devido a pedregosidade, rochosidade e profundidade ou a problemas de drenagem.

No caso do ZAE-Palma de Óleo, avaliou-se inicialmente o efeito individual da pedregosidade, rochosidade, classe de relevo e presença de petroplintita, analisando-se, ao final, o efeito combinado de tais atributos (Tabelas 8, 9 e 10).

Tabela 8 – Graus de limitação por impedimento à mecanização em função das classes de relevo

Classe	Faixa de declive (%)	Grau de Limitação
Plano	0 - 3	Nulo
Suave ondulado	3 - 8	Ligeiro
Moderadamente ondulado	8 - 13	Ligeiro
Ondulado	13 - 20	Moderado
Forte ondulado	20 - 45	Forte
Montanhoso	40 - 70	Muito Forte
Escarpado	> 70	Muito Forte

Tabela 9 – Graus de limitação por impedimento à mecanização em função das classes de pedregosidade

Classe	Característica	Grau
Não pedregosa	Ausência de calhaus e/ou matacões na superfície ou na massa do solo.	Nulo
Ligeiramente pedregosa	Ocorrência de calhaus e/ou matacões esparsos ocupando 0,01 a 0,1% da massa do solo e/ou da superfície do terreno.	Ligeiro
Moderadamente pedregosa	Ocorrência de calhaus e/ou matacões esparsos ocupando 0,1 a 3% da massa do solo e/ou da superfície do terreno.	Moderado
Pedregosa	Ocorrência de calhaus e/ou matacões esparsos ocupando de 3 a 15% da massa do solo e/ou da superfície do terreno.	Forte
Muito pedregosa	Ocorrência de calhaus e/ou matacões esparsos ocupando mais de 15% da massa do solo e/ou da superfície do terreno.	Muito Forte

Tabela 10 – Graus de limitação por impedimento à mecanização em função das classes de rochosidade

Classe	Característica	Grau
Não rochosa	Total ausência de rochas, seja na superfície ou na massa do solo.	Nulo
Ligeiramente rochosa	Afloramentos de rocha e/ou matacões que se distanciam por 30 a 100 metros e ocupam de 2 a 10% da superfície do terreno.	Ligeiro
Moderadamente rochosa	Afloramentos de rocha e/ou matacões que se distanciam por 10 a 30 metros e ocupam de 10 a 25% da superfície do terreno.	Moderado
Rochosa	Afloramentos rochosos e/ou matacões que se distanciam por 3 a 10 metros e ocupam de 25 a 50% da superfície do terreno.	Forte

Em relação à presença de petroplintita, foi atribuído o grau de limitação moderado aos solos que apresentam este caráter.

Os solos nos quais foi indicado o caráter vértico, que denota o predomínio de argilas de alta atividade, o que dificulta sobremaneira o manejo do solo, foi atribuído o grau muito forte.

Impedimento ao desenvolvimento radicular

Embora a verificação do efeito das diversas características do solo sobre o desenvolvimento das raízes já esteja implícita na análise dos outros fatores, achou-se por bem, neste trabalho, individualizá-lo e analisá-lo separadamente devido a sua interferência direta no volume de solo explorado pelas raízes e, conseqüentemente, na disponibilidade de nutrientes e água para as plantas.

Considerou-se, portanto, o efeito tanto de impedimentos físicos, representados pela pedregosidade (incluindo a presença de pedras, seixos e petroplintita), rochosidade e profundidade efetiva do solo, quanto o efeito de impedimentos químicos, como a presença de excesso de certos elementos químicos, principalmente sódio e enxofre. O predomínio de argila de atividade alta também foi considerado devido ao seu efeito sobre a resistência do solo ao trabalho de máquinas e ferramentas. Os graus de limitação quanto ao impedimento ao desenvolvimento radicular foram atribuídos às terras com base em informações extraídas a partir do conhecimento das classes taxonômicas dos solos e dos caracteres complementares assinalados para cada componente das unidades de mapeamento.

A Tabela 11 mostra os graus de limitação atribuídos às terras em função das classes de profundidade do solo.

Tabela 11 – Graus de limitação ao desenvolvimento radicular em função da classe de profundidade do solo

Classe	Característica	Grau
Profundo	> 80 cm	Nulo
Medianamente profundo	60 a 80 cm	Ligeiro
Pouco profundo	50 a 60 cm	Moderado
Raso	<50 cm	Forte

As classes de profundidade foram deduzidas a partir das classes taxonômicas dos componentes das unidades de mapeamento e/ou pela indicação de caráter litólico, raso e pouco profundo para certos solos.

Viabilidade de melhoramento das condições agrícolas das terras

Os graus de limitação são atribuídos às terras de acordo com a sua capacidade presumível de suportar uma lavoura de palma de óleo após o emprego de práticas de melhoramento compatíveis com os níveis de manejo B e C, considerando-se o fato de que a irrigação não está incluída entre tais práticas.

A – Melhoramento da deficiência de fertilidade

O melhoramento da fertilidade natural de solos que possuem condições físicas propícias às plantas é fator decisivo no desenvolvimento agrícola. De modo geral, embora a aplicação de fertilizantes e corretivos seja uma técnica já difundida, as quantidades aplicadas são comumente insuficientes. Portanto, seu emprego deve ser incentivado, bem como outras técnicas adequadas ao aumento da produtividade.

Terras com alta fertilidade natural e boas propriedades físicas exigem, eventualmente, menores quantidades de fertilizantes para a manutenção da produção, ao passo que terras com fertilidade natural baixa exigem quantidades maiores de fertilizantes e corretivos, bem como alto nível de conhecimento técnico.

Quanto maior a deficiência, portanto, mais intensivas serão as práticas, que envolvem grande conhecimento técnico e disponibilidade de insumos para melhorar um solo carente até a condição de classe de aptidão boa e regular.

Exemplos de práticas menos intensivas recomendadas para o melhoramento de fertilidade e, portanto, mais compatíveis com o nível de manejo B:

- cobertura do solo com espécies leguminosas ou gramíneas;
- distribuição de esterco e composto orgânico na superfície do solo;
- distribuição de tortas e outros resíduos vegetais;
- correção da acidez do solo com calcário;
- adubação com NPK;
- consorciação de culturas.

São exemplos de práticas mais intensivas, compatíveis com o nível de manejo C:

- adubação com NPK + micronutrientes;
- adubação foliar;
- combinação das práticas acima com “*mulching*”, utilizando espécies leguminosas ou gramíneas de cobertura;
- correção da acidez do solo e fornecimento de Ca e Mg através da incorporação de calcário ao solo.

A indicação de dosagens de calcário e fertilizantes depende de recomendações técnicas, com base em análises do solo e metas de produtividade definidas pelo agricultor para uma produção sustentável no seu empreendimento.

B – Melhoramento da deficiência de água (sem irrigação)

Alguns fatores limitantes não são viáveis de melhoramento, como é o caso da deficiência de água, uma vez que não

está implícita a irrigação em nenhum dos níveis de manejo considerados. Basicamente, os graus de limitação expressam as diferenças de umidade predominantes nas diversas situações climáticas. No entanto, são preconizadas algumas práticas de manejo que favorecem a umidade disponível das terras, tais como:

- redução da perda de água da chuva, através da manutenção do solo com cobertura morta (*mulching*) proveniente de restos vegetais, como cachos vazios e fibras da planta de processamento de óleo; plantio em faixas ou construção de cordões e terraços; práticas que asseguram sua máxima infiltração;
- incorporação dos restos vegetais ao solo;
- terraços (sem gradiente e sem saída de água);
- faixas de retenção permanente.

C – Melhoramento do excesso de água

Vários fatores indicam a viabilidade de diminuir ou não a limitação pelo excesso de água, tais como: drenagem interna do solo, condições climáticas, topografia do terreno e necessidade das culturas.

Embora no nível de manejo C, mais desenvolvido, estejam previstas práticas complexas de drenagem, essas requerem estudos mais profundos de engenharia de solos e água, que não são aqui abordados.

Trabalhos simples, como a construção de valas de drenagem para remoção do excesso de água, prejudicial ao sistema radicular, constituem práticas acessíveis que apresentam bons resultados. No entanto, devem ser bem planejadas para não causar ressecamento excessivo das terras e evitar a erosão em áreas mais declivosas.

D – Melhoramento da suscetibilidade à erosão

A suscetibilidade à erosão usualmente tem sua ação controlada através de práticas pertinentes aos níveis de manejo B e C.

Uma área pode tornar-se permanentemente inadequada para a agricultura por ação da erosão em função do carregamento da camada superficial do solo e, sobretudo, do dessecamento do terreno. A conservação do solo, no sentido mais amplo, é essencial para a manutenção da fertilidade e da disponibilidade de água.

Como práticas compatíveis com o nível de manejo B, simples, mas bastante eficazes para o controle da erosão, podem ser citadas:

- enleiramento de restos culturais em nível no alinhamento das linhas de plantio, alternadamente;
- cordão de retenção (nos terraços);
- capinas em faixas alternadas;
- faixas de retenção permanente;
- cobertura morta (*mulching*);
- adubação verde nos primeiros anos.

Práticas mais intensivas para melhoramento da suscetibilidade à erosão e, portanto, compatíveis com o nível de manejo C, são citadas a seguir:

- terraceamento (em nível ou com gradiente);
- terraços em patamar;
- canais escoadouros;
- banquetas individuais;
- escarificação/subsolagem;
- diques;
- faixas de retenção permanente;
- interceptadores de água (obstáculos);
- estruturas especiais (paliçadas, bueiros, etc.);
- controle de voçorocas.

Algumas práticas importantes para o melhoramento das condições agrícolas do solo são comuns aos níveis de manejo B e C: uso da terra de acordo com a aptidão agrícola, vegetação de proteção e adequada implantação de estradas e carreadores.

E – Melhoramento dos impedimentos à mecanização

O impedimento à mecanização somente é considerado relevante no nível de manejo C. Os graus de limitação atribuídos às terras, em condições naturais, têm por termo de referência o emprego de máquinas motorizadas nas diversas fases da operação agrícola.

A maior parte dos obstáculos à mecanização ou tem caráter permanente, ou apresenta tão difícil remoção que torna economicamente inviável o seu melhoramento. No entanto, algumas práticas, ainda que dispendiosas, poderão ser realizadas em benefício do rendimento das máquinas, como é o caso da construção de estradas, da drenagem, da remoção de pedras, da sistematização do terreno e da direção do trabalho da máquina em nível.

Um exemplo de sequência ordenada das características dos solos utilizadas

para a avaliação de aptidão das terras é apresentado na Tabela 12.

Considerações sobre as características gerais e as condições agrícolas das classes de solo, em primeiro nível categórico, e suas consequências para o enquadramento nas diferentes classes de zoneamento para a cultura da Palma de Óleo são apresentadas na Tabela 13.

Referências bibliográficas

EMBRAPA SOLOS. **Sistema brasileiro de classificação de solos**. 2. ed. Rio de Janeiro: Embrapa Solos, 2006. 306 p.

IDE, B. Y.; ALTHOFF, D. A.; THOMÉ, V. M. R.; VIZZOTTO, V. J. **Zoneamento agroclimático do Estado de Santa Catarina, 2ª Etapa**. Florianópolis: EMPASC, 1980. 106 p.

RAMALHO FILHO, A.; BEEK, K. J. **Sistema de avaliação da aptidão agrícola das terras**. 3. ed. rev. Rio de Janeiro: Embrapa-CNPQ, 1995. 65 p.

RAMALHO FILHO, A.; HIRANO, C.; SA, T. D. A. **Aptidão pedoclimática: zoneamento por produto**, Programa Grande Carajás. Rio de Janeiro: [SNLCS], 1984. Atlas com texto, 1v.

RAMALHO FILHO, A. HIRANO C. LIMA, M. A. **Aptidão pedoclimática por cultura do Estado da Bahia**. Salvador: Ministério da Agricultura; Governo do Estado da Bahia, 1985. 50 p. 1 Vol. Atlas.

SIPAM. **Base pedológica da Amazônia Legal**: base digital em escala compatível com a escala 1:250.000. Brasília, SIVAM; IBGE, 2004.

Tabela 12 – Sequência utilizada para avaliação da aptidão das terras para a palma de óleo a partir da informação sobre solos e ambiente
 * (EMBRAPA SOLOS, 2006)

UNIDADE DE MAPEAMENTO	Componentes		Classe taxonômica* (nível de subordem)	Saturação complexo de troca	Atividade da argila	Tipo de horizonte superficial	Textura do horizonte superficial	Textura do horizonte subsuperficial
	Ordem	Dominância						
NA19LVa15	1	D	Latossolo Vermelho- Amarelo	álico	Tb	A moderado	argilosa	argilosa
	2	S	Argissolo Vermelho- Amarelo	álico	Tb	A moderado	média	média
	3	S	Espodosolo Hidromórfico	álico	Tb	A fraco	arenosa	média
SB23TRe5	1	D	Nitossolo Vermelho	eutrófico	Tb	A moderado	argilosa	argilosa
	2	S	Latossolo Amarelo	álico	Tb	A moderado	média	média
	3	S	Neossolo Quartzarênico	álico	Tb	A fraco	arenosa	arenosa
	4	S	Neossolo Litólico	distrófico	Tb	A moderado	média	média
SC19PTa1	1	D	Plintossolo Háptico	álico	Ta	A moderado	média	argilosa
	2	S	Argissolo Vermelho- Amarelo	álico	Ta	A moderado	média	argilosa
SB23PVa19	1	D	Argissolo Vermelho- Amarelo	álico	Tb	A moderado	média	média
	2	S	Plintossolo Háptico	álico	Tb	A moderado	arenosa	média
	3	S	Plintossolo Háptico	álico	Tb	A moderado	média	média

Simbologia – UM: unidade de mapeamento; D: dominante; S: subdominante; Tb: argila de atividade baixa; Ta: argila de atividade alta.

Tabela 12 – Sequência para avaliação da aptidão das terras a partir da informação sobre solos e ambiente (continuação)

UNIDADE DE MAPEAMENTO (UM)	Componentes		Textura combinada (superficial e subsUPERficial)	Relevo dominante	Relevo subdominante	Relevo combinado	Caráter (características especiais)
	Ordem	Dominância					
NA19LVa15	1	D	argilosa	plano	suave ondulado	plano e suave ondulado	sem caráter
	2	S	média	suave ondulado	plano	suave ondulado e plano	sem caráter
	3	S	arenosa/média	plano	-	plano	sem caráter
SB23TRe5	1	D	argilosa	suave ondulado	ondulado	suave ondulado e ondulado	epipetrolítico
	2	S	média	plano	suave ondulado	plano e suave ondulado	sem caráter
	3	S	arenosa	plano	suave ondulado	plano e suave ondulado	sem caráter
	4	S	média	ondulado	forte ondulado	ondulado e forte ondulado	pedregoso
SC19PTa1	1	D	média/argilosa	suave ondulado	-	suave ondulado	sem caráter
	2	S	média/argilosa	suave ondulado	-	suave ondulado	sem caráter
SB23PVa19	1	D	média	plano	suave ondulado	plano e suave ondulado	petrolítico
	2	S	arenosa/média	plano	suave ondulado	plano e suave ondulado	sem caráter
	3	S	média	plano	suave ondulado	plano e suave ondulado	petrolítico

Simbologia: Dominância – D: dominante; S: subdominante

Tabela 13 – Considerações gerais sobre a aptidão das classes de solo em primeiro nível categórico para a cultura da Palma de Óleo

Classe de Solo ¹	Conceito geral	Aptidão para a cultura da palma de óleo	Recomendações e cuidados de uso agrícola
Argissolos	Solos profundos que apresentam significativo gradiente textural, ou seja, aumento do teor de argila com a profundidade – comparando horizontes superficial e subsuperficial – o que acarreta redução de permeabilidade em profundidade, maior escorrimento superficial, e, conseqüentemente, maior suscetibilidade à erosão.	De modo geral, apresentam, ao lado dos Latossolos, aptidão boa para o cultivo da palma de óleo. No caso de ocorrência de petrolíntia em grande quantidade, como foi registrada em pequenas áreas da Região Norte, há dificuldade do trabalho de máquinas. A ocorrência de plintita em parte desses solos denota restrição de drenagem, o que pode reduzir o desenvolvimento radicular da cultura.	Correção da fertilidade e adoção de práticas conservacionistas mais intensivas, principalmente em áreas com declive mais acentuado.
Cambissolos	Solos pouco desenvolvidos, fracamente estruturados, geralmente pouco profundos, que ocorrem com mais frequência em terrenos inclinados, o que concorre para caracterizar uma alta suscetibilidade à erosão e impedimento à franca mecanização. De maneira menos frequente, podem apresentar boa fertilidade.	Em virtude da grande diversidade de situações em que ocorrem e das características que apresentam, a adequação desses solos ao cultivo da palma de óleo deve ser avaliada com base em informações dispostas em níveis mais baixos da classificação taxonômica.	-
Chernossolos	Solos férteis com horizonte superficial escuro, ricos em matéria orgânica. Em sua constituição predominam argilas de alta atividade.	Têm restrições ao cultivo da palma de óleo devido à pouca espessura (profundidade efetiva), que pode ser exigua e inadequada. O predomínio de argila de atividade alta ² corre para a expressão de impedimento à mecanização, o que pode ser ainda acentuado pela sua ocorrência em áreas declivosas, comuns em algumas áreas do zoneamento, notadamente no estado do Acre.	-

¹ Classes de solos em primeiro nível categórico (Ordem), conforme Embrapa Solos (2006).

² Argila expansível torna o solo impermeável e escorregadio quando muito umedecido, e fendilhado quando muito ressecado.

Tabela 13 – (continuação)

Classe de Solo	Conceito geral	Aptidão para a cultura da palma de óleo	Recomendações e cuidados de uso agrícola
Espodossolos	Solos arenosos com a presença de camada compacta rica em ferro e/ou carbono orgânico em profundidade. Ocorrem com frequência na Região Norte do país, ocupando áreas de nascentes recobertas pela vegetação de campinarana. São comuns também nas regiões litorâneas.	Inaptos em função da umidade excessiva, textura de areia franca solta na superfície e camada impeditiva ao desenvolvimento radicular em profundidade variável.	-
Gleissolos	Solos acinzentados presentes em baixadas e várzeas. São mal drenados e facilmente encharcáveis.	Inaptos em razão da umidade excessiva. Em função da sua posição na paisagem, as medidas de manejo necessárias para seu aproveitamento não são economicamente viáveis.	-
Latossolos	Solos muito profundos, bem drenados, o que é denotado pelo predomínio de cores vivas, avermelhadas ou amareladas. Apresentam alta capacidade de infiltração e rápida redistribuição interna de água, mesmo quando constituídos de altos teores de argila, o que é condicionado pelo elevado grau de desenvolvimento de suas unidades estruturais (microagregação). Normalmente apresentam baixa fertilidade natural.	São os solos de melhor aptidão para a cultura da palma de óleo na Região Norte do país, onde ocorre a maior área climaticamente apta para a palma de óleo. A sua aptidão pode, no entanto, ser reduzida pela ocorrência eventual de petroplintita (canga fragmentada) em pontos específicos da região, o que concorre para a expressão de impedimento à mecanização.	Correção da acidez e da fertilidade, bem como adoção de práticas conservacionistas em áreas mais declivosas.
Luvissolos	Solos bem desenvolvidos e bem drenados com significativo gradiente textural, argila de alta atividade e alta saturação por bases, que lhes conferem alta fertilidade natural.	Uma vez que os solos em si não apresentam problemas significativos ao cultivo da palma de óleo, sua aptidão fica na dependência do relevo em que ocorrem.	Adoção de práticas conservacionistas, mais intensivas nas áreas mais declivosas, e adequação do tipo de tração a ser utilizada no seu manejo.

Tabela 13 – (continuação)

Classe de Solo	Conceito geral	Aptidão para a cultura da palma de óleo	Recomendações e cuidados de uso agrícola
Neossolos Litólicos	Solos pouco desenvolvidos encontrados em terrenos muito pedregosos e rochosos. São invariavelmente rasos e normalmente declivosos.	Mesmo quando férteis, são considerados inaptos para a cultura da palma de óleo em razão da exigua profundidade efetiva, da grande susceptibilidade à erosão e de sérios impedimentos à mecanização.	-
Neossolos Flúvicos	Solos formados por material transportado pelos rios e depositado às suas margens (aluvões). Geralmente são férteis e aptos para culturas de ciclo curto; porém, ocorrem em áreas consideradas de preservação permanente (proteção da mata ciliar) e são sujeitos à inundação.	Inaptos para a cultura de palma de óleo em razão da umidade excessiva e do elevado risco de inundações.	-
Neossolos Quartzarênicos	Solos arenosos (menos de 15% de argila) com alta permeabilidade e baixa retenção de água.	Devido à sua inerente baixa retenção de água, sua utilização para a cultura da palma de óleo é especialmente dependente do regime climático da região. Em áreas com pluviosidade adequada, apresentam aptidão regular se constituídos de areia fina. Em áreas com baixa precipitação pluviométrica ou com a existência de período seco significativo (3 meses), sua aptidão é significativamente reduzida. Já o Neossolo Quartzarênico Hidromórfico é inapto pelas mesmas razões citadas para os Gleissolos e demais solos hidromórficos.	Correção de fertilidade, práticas conservacionistas que enfoquem o aumento da retenção de água, além da prevenção dos processos erosivos.
Nitossolos	Solos bem estruturados e férteis, de pequena ocorrência relativa na Região Norte. Assim como os Argissolos, são originados pela eluição de argila, embora, ao contrário daqueles, não apresentem gradiente textural significativo.	Apresentam aptidão alta (preferencial) para a cultura da palma de óleo.	Adoção de práticas de conservação do solo mais intensivas quanto mais declivoso for o terreno.
Organosolos	Solos com alto teor de matéria orgânica encontrados nas partes mais úmidas das várzeas. Grande parte ocorre em áreas consideradas de preservação permanente (proteção da vegetação nativa).	Inaptos para a cultura da palma de óleo.	-

Tabela 13 – (continuação)

Classe de Solo	Conceito geral	Aptidão para a cultura da palma de óleo	Recomendações e cuidados de uso agrícola
Planossolos	Solos com marcante gradiente textural entre os horizontes subsuperficiais e superficiais. Ocorrem com mais frequência em áreas planas e em baixadas. Apresentam grande variabilidade com relação à drenagem interna, podendo também apresentar horizontes endurecidos em profundidade, que reduzem sua profundidade efetiva. Têm fertilidade natural variável e podem, inclusive, conter elementos em níveis tóxicos.	A avaliação da aptidão destes solos para o cultivo da palma de óleo requer o conhecimento de características especificadas em níveis categóricos mais baixos, que permitam que sejam verificadas a profundidade efetiva e a drenagem interna. Não são esperadas limitações com relação ao relevo, já que estes solos são característicos de relevo plano ou levemente ondulado.	-
Plintossolos	Solos hidromórficos ou não, caracterizados por expressiva plintização, ou seja, ocorrência de concentrações individualizadas de óxidos de ferro originadas por segregação em função de alteração de períodos de umedecimento e secagem da massa do solo, principalmente em resposta à oscilação do lençol freático. Os plintossolos pétricos na maioria das vezes não ocorrem em ambientes hidromórficos.	Os Plintossolos hidromórficos são inaptos para a palma de óleo em razão da umidade excessiva, enquanto os Plintossolos Pétricos concrecionários, embora não apresentem esse problema, oferecem certa limitação com relação ao impedimento à mecanização. Existem, no entanto, áreas de Plintossolos Pétricos concrecionários na Região Norte do país que estão sendo cultivadas satisfatoriamente com a palma de óleo, não obstante a considerável restrição à mecanização. Para Plintossolos que apresentam horizonte litoplântico, é necessário verificar a profundidade da ocorrência desse caráter e a adequação da profundidade efetiva para o desenvolvimento radicular. Em todos os casos, predomina a baixa fertilidade natural.	-
Vertissolos	Solos cuja fração coloidal mineral é constituída basicamente de argila de atividade alta, o que acarreta grande alternância de movimentação da massa do solo por contração-expansão, em função da alternância de condições de secagem e umedecimento.	Inaptos para o dendê em virtude de forte limitação com relação aos impedimentos à mecanização e ao desenvolvimento radicular.	-

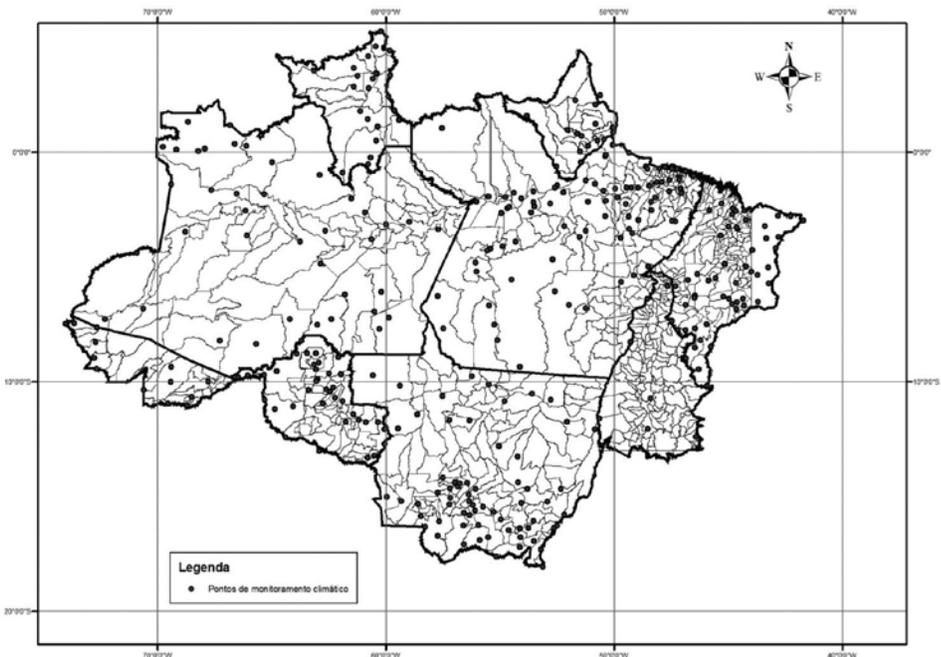
Procedimento metodológico da Avaliação da Aptidão Climática para a cultura da palma de óleo nas áreas desmatadas da Amazônia Legal

Alexandre Ortega Gonçalves, Therezinha Xavier Bastos, Alexandre Hugo Barros, Antonio Ramalho Filho e Paulo Emílio Ferreira da Motta

A avaliação da aptidão climática para a palma de óleo foi realizada com base no conhecimento das necessidades da cultura levantadas, conforme comentado no capítulo da Aptidão Agrícola das Terras, através de revisão bibliográfica e de consul-

tas a técnicos e produtores especializados na cultura. Por outro lado, o levantamento das condições climáticas prevalentes na área de estudo foi obtido em várias fontes com séries de dados meteorológicos de períodos superiores a 10 anos.

Figura 1 – Pontos de monitoramento climático utilizados no ZAE Palma de Óleo



As classes de aptidão foram estabelecidas com base na deficiência hídrica média (DEF), determinada a partir do balanço hídrico climatológico para um valor de capacidade de água disponível dos solos (CAD) de 125 mm, e no número de anos secos consecutivos, aqui considerados como aqueles em que a precipitação média é inferior a 50 mm. As classes de aptidão climática foram assim definidas:

- Preferencial (P): áreas com Deficiência Hídrica média anual (DH) inferior a 200 mm e com até três meses secos consecutivos;
- Regular (R): áreas com DH entre 200 mm e 350 mm e com até três meses secos consecutivos;
- Marginal (M): áreas com DH entre 350 mm e 450 mm e com até três meses secos consecutivos;
- Inapta (I): áreas com $DH > 450$ e/ou com mais de três meses secos consecutivos.

Na elaboração do ZAE-Palma de Óleo, foi utilizada a avaliação da aptidão climática, embora também possa ser utilizado o risco climático baseado em estudos probabilísticos em séries climáticas. De acordo com a literatura disponível, para que uma planta expresse todo o seu potencial de produção, ela necessita de condições climáticas favoráveis. Essas condições podem limitar o estabelecimento da cultura e a produção de frutos em certas regiões. Na avaliação da aptidão climática, os fatores de maior importância para o cultivo da palma de óleo são: precipitação, horas de brilho solar e temperaturas máxima e mínima.

- Precipitação – uma adequada disponibilidade de água no solo de forma constante é condição extremamente importante para o desenvolvimento e a produção da palma de óleo. O regime pluviométrico adequado a essa

cultura caracteriza-se por uma precipitação média anual superior a 1800 mm, com precipitações mensais superiores a 100 mm e distribuídas uniformemente ao longo do ano.

- Brilho Solar – altos níveis de radiação solar são indispensáveis para o crescimento e a produção da cultura. A isolação necessária para a expressão máxima do potencial produtivo da palma de óleo situa-se em torno de 1.600 horas/ano. Locais com luminosidade inferior a 1.500 horas/ano são considerados limitantes.
- Temperatura do ar – fator climático de grande importância para o crescimento e a produção da palma de óleo. Observa-se que as maiores produções são obtidas em regiões com pequenas variações de temperatura e onde a média anual situa-se entre 24 e 28°C, sem ocorrência de temperaturas mínimas abaixo de 16°C por períodos prolongados.
- Umidade relativa do ar – a umidade relativa do ar, média mensal, deve estar entre 75 e 90%.

Para a determinação da deficiência hídrica, foi realizado o balanço hídrico climatológico segundo a metodologia proposta por Thornthwaite e Mather (1955), utilizando-se uma CAD de 125 mm. Os dados de deficiência hídrica anual posteriormente foram espacializados e divididos em classes, conforme proposto por Barcelos (1994). Esse autor avaliou a viabilidade e a potencialidade de produção da cultura da palma de óleo, relacionando dados de deficiência hídrica anual (mm) com o potencial de produção de óleo (T de óleo/ha/ano), conforme mostrado na Tabela 1. Da mesma forma, a deficiência hídrica pode ser relacionada com a produção em toneladas de cachos por hectare/ano (Figura 2), conforme Irho (1969) apud Hartley (1988).

Tabela 1 – Relação entre déficit hídrico potencial anual e produção de óleo de palma

Fonte: Barcelos (1994)

Déficit Hídrico (mm/ano)			Potencial de produção (t de óleo/ha/ano)		
0	-	150	>		5,2
150	-	250	4,4	-	5,2
250	-	350	3,5	-	4,4
350	-	500	3,1	-	3,5
	>	500	<		3,1

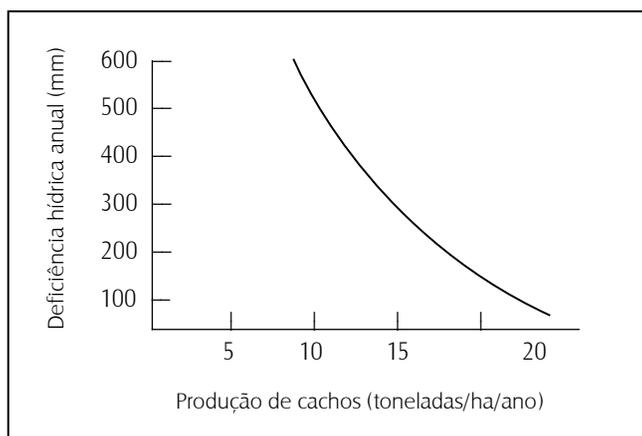
Paralelamente, foram correlacionados os dados de meses secos com a deficiência hídrica, já que, segundo Bastos et al. (2001), a ocorrência de três meses secos consecutivos prejudica o cultivo comercial da cultura.

Tendo como base as correlações de deficiência hídrica e produtividade, esta-

beleceram-se zonas de comportamento da deficiência hídrica para a área da Amazônia Legal, com produtividades associadas variando de 3,5 a 5,2 t óleo/ha/ano. A avaliação do risco climático para o cultivo da palma de óleo foi, então, sistematizada em quatro categorias e espacializada conforme segue:

- Preferencial (P): áreas com Deficiência Hídrica média anual (DH) inferior a 200 mm e com até três meses secos consecutivos;
- Regular (R): áreas com DH entre 200 mm e 350 mm e com até três meses secos consecutivos;
- Marginal (M): áreas com DH entre 350 mm e 450 mm e com até três meses secos consecutivos;
- Inapta (I): áreas com DH > 450 e/ou com mais de três meses secos consecutivos.

Figura 2 – Relação entre deficiência hídrica anual e produção de cachos de palma de óleo
(IRHO, 1969 apud HARTLEY, 1988)



Referências bibliográficas

BARCELOS, E. **Relatório de viagem ao município de Alto Paraíso - RO, objetivando avaliar a viabilidade e potencialidade de produção da cultura do dendê.** Manaus: Embrapa Amazônia Ocidental, 1994.

BASTOS, T. X.; MULLER, A. A.; PACHECO, N. A.; SAMPAIO, M. N.; ASSAD, A. D.; MARQUES, A. F. S. Zoneamento de riscos climáticos para a cultura do dendezeiro no estado do Pará. **Revista Brasileira de Agrometeorologia**, v. 9, n. 3, p.564-570, 2001.

HARTLEY, C. W. S. **The oil palm.** 3. ed. London: [s. n.], 1988. 761 p. (Tropical agriculture series).

IDE, B. Y.; ALTHOFF, D. A.; THOMÉ, V. M. R.; VIZZOTTO, V. J. **Zoneamento agroclimático do Estado de Santa Catarina, 2ª Etapa.** Florianópolis: EMPASC, 1980. 106 p.

THORNTHWAITE, C. W.; MATHER, J. R. **The water balance.** New Jersey: Drexel Institute of Technology, 1955. 104 p. (Publications in Climatology.).

Organização da informação, metodologia da integração temática, procedimentos informatizados e cartografia para a elaboração do Zoneamento Agroecológico para a cultura da palma de óleo nas áreas desmatadas da Amazônia Legal

Margareth Simões Penello Meirelles, Mario Luiz Diamante Aglio, Alexandre Ortega Gonçalves, Marie Elisabeth Christine Claessen, Wenceslau Gerales Teixeira, Paulo Emílio Ferreira da Motta, Antonio Ramalho Filho e Jesus Fernando Mansilla Baca

Introdução

Face à grande extensão da área abrangida pelo Zoneamento Agroecológico para a Cultura da Palma de Óleo nas Áreas Desmatadas da Amazônia Legal (ZAE-Palma de Óleo) envolvendo uma grande quantidade de unidades de mapeamento de solos, houve a necessidade de se desenvolver um procedimento automatizado de caráter inovador.

Neste capítulo, descreve-se o procedimento utilizado, importante etapa da elaboração do ZAE-Palma de Óleo que permite a integração dos diversos temas que compõem a sua base de dados. Para tanto, a sua execução engloba um conjunto de procedimentos metodológicos de natureza temática e informatizada, incluindo a consulta ao banco de dados do SIPAM (Sistema de Proteção da Amazônia) e a aquisição de dados, a avaliação da intensidade dos fatores limitantes de cada

componente das unidades de mapeamento de solos e a avaliação da aptidão das terras por unidade de mapeamento. Os mapas advindos desses procedimentos, e que constituíram os produtos intermediários e os produtos finais do ZAE-Palma de Óleo, foram elaborados segundo critérios cartográficos vigentes para o Brasil e estão disponíveis no Geoportál Digital da Embrapa (<http://mapoteca.cnps.embrapa.br>).

Organização da informação

Para a construção da base de dados, informações de múltiplas fontes foram pesquisadas e compatibilizadas. Uma pesquisa nas principais instituições produtoras de dados do nosso país se fez necessária. Em seguida, foi realizada a compatibilização de projeções cartográficas, escalas e formatos. Essa etapa, apesar de muito trabalhosa, é

de extrema importância para a construção da base de dados geográfica, e sua precisão evita a propagação de erros na integração temática (MEIRELLES et al., 2007).

Os principais fornecedores de dados foram: Embrapa – Empresa Brasileira de Pesquisa Agropecuária, Geoportal Digital (<http://mapoteca.cnps.embrapa.br>); IBGE – Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística (www.ibge.gov); SIPAM – Sistema de Proteção da Amazônia (www.sipam.gov.br); INPE – Instituto de Pesquisa Espaciais; PRODES – Programa de Monitoramento do Desmatamento da Amazônia - INPE. (<http://www.dpi.inpe.br/prodesdigital/prodes.php>); e MMA/SISCOM – Sistema Compartilhado de Informações Ambientais (<http://siscom.ibama.gov.br/>). Uma descrição dessas fontes de dados e suas características está sumarizada na Tabela 1. Os cruzamentos indicados foram realizados em ambiente Sistema de Informação Geográfica (SIG), utilizando-se o software ARCGIS¹ (www.esri.com).

¹ ARCGIS é uma coleção integrada de produtos de aplicativos de Sistemas Geográficos de Informação que fornece uma plataforma baseada em padrões para análise espacial, manuseio de dados e mapeamento (www.esri.com).

Transformações cartográficas

A integração temática utiliza os arquivos digitais provenientes das múltiplas fontes descritas na Tabela 1 que foram editados para, então, integrarem a avaliação temática. Assim sendo, a metodologia incluiu:

- adoção de um sistema de coordenadas para o qual todas as informações devem ser compatibilizadas; no caso do zoneamento, é importante a escolha de um sistema de coordenadas que permita o cálculo de áreas;
- organização de uma pasta contendo todos os arquivos digitais na forma de mapas, facilitando a documentação e atualizações futuras;
- construção de uma base de dados geográfica compatibilizada em ambiente SIG.

Para este fim, foi utilizada a base cartográfica fornecida pelo SIPAM na escala 1:250.000, na qual verificou-se uma gama de informações muito densa que pre-

Tabela 1 – Fonte dos dados originais utilizados no zoneamento

DADO	FONTE	ESCALA	OBSERVAÇÃO
Unidades de Mapeamento de Solos – UM	SIPAM	1:250.000	Dado original produzido em SAD-69 a partir do projeto RADAM (SIPAM, 2004)
Grid de Meses Secos	Embrapa Solos	1:3.000.000	Dado original produzido em SAD-69
Grid de Deficiência Hídrica – Amazônia Legal	Embrapa Solos	1:3.000.000	Dado original produzido em SAD-69
Grid Prodes (INPE, 2007) O pixel possui 120 m	INPE/ PRODES	1:600.000	Dado original produzido em SAD-69 (INPE, 2007)
Delimitação de Unidades de Conservação	MMA/ Siscom	1:500.000	Dado original produzido em SAD-69 (BRASIL, 2002)
Delimitação de Reservas Indígenas	MMA/ Siscom	1:500.000	Dado original produzido em SAD-69
Limite político	IBGE	1:500.000	Dado original produzido em SAD-69

judicaria a visualização do tema. Então, optou-se por fazer uma generalização cartográfica, com o objetivo de deixar o zoneamento mais evidente. Dessa forma, essa “limpeza” foi baseada na informação obtida pelo RADAM, que se encontrava menos densa devido a sua escala de origem 1:1.000.000 (IBGE, 2009).

Assim, drenagens principais, drenagens secundárias, rodovias e outras informações foram eliminadas, restando apenas aquelas que realmente fariam a diferença no entendimento do mapa final de zoneamento agroecológico da Amazônia Legal para os dois níveis de manejo, B e C.

Para apresentar as cartas na escala de 1:250.000, abrangendo toda a Amazônia Legal, foram elaboradas 334 folhas com base no recorte sistemático do IBGE para a escala. Novamente, utilizando-se agora a base cartográfica geral já generalizada, foi utilizado o processo de clipagem do ARCGIS para recortar todas as informações cartográficas e obter, assim, as folhas da base cartográfica na escala 1:250.000, que ancorou todo os trabalhos de campo e também permitiu o enriquecimento do ZAE-Palma de óleo.

Para minimizar a distorção introduzida pela representação cartográfica, todos os dados utilizados foram reprojatados para a projeção cônica equivalente à área de Albers, utilizando o *datum* de referência SAD-69. Esses dados reprojatados foram utilizados para se calcular a superfície das diferentes classes do zoneamento.

dos solos, contidos no conjunto de regras que constituem os requisitos mínimos da cultura para efeito de avaliação do potencial das terras para a cultura da palma de óleo, com os graus de limitação que o solo apresenta (oferta ambiental) resulta na *Aptidão Agrícola das Terras*.

O mapa de meses secos e o da deficiência hídrica foram reprojatados também para SAD-69. No tema deficiência hídrica, foi utilizado o mesmo processamento. A partir dos mapas resultantes da reprojeção para o *datum* de referência SAD-69, foi realizada uma intersecção para se obter a limitação climática para a cultura da palma de óleo. O resultado desse processo produziu o tema *Aptidão Climática*.

Da intersecção da *Aptidão Agrícola das Terras* com a *Aptidão Climática* tem-se como produto a *Aptidão Pedoclimática* para a cultura da palma de óleo, ainda como um resultado intermediário do zoneamento agroecológico.

Esse resultado representa o potencial regionalizado para o desenvolvimento da cultura da palma de óleo, considerando-se as restrições legais e ambientais. Do resultado da avaliação desse produto intermediário – aptidão pedoclimática – subtraem-se as áreas legalmente protegidas. Através do mapa de áreas desmatadas (INPE, 2007), apresentado na Figura 1, e das áreas sem informação do PRODES, mas historicamente reconhecidas como desmatadas, obtém-se o *ZAE-Palma de Óleo*.

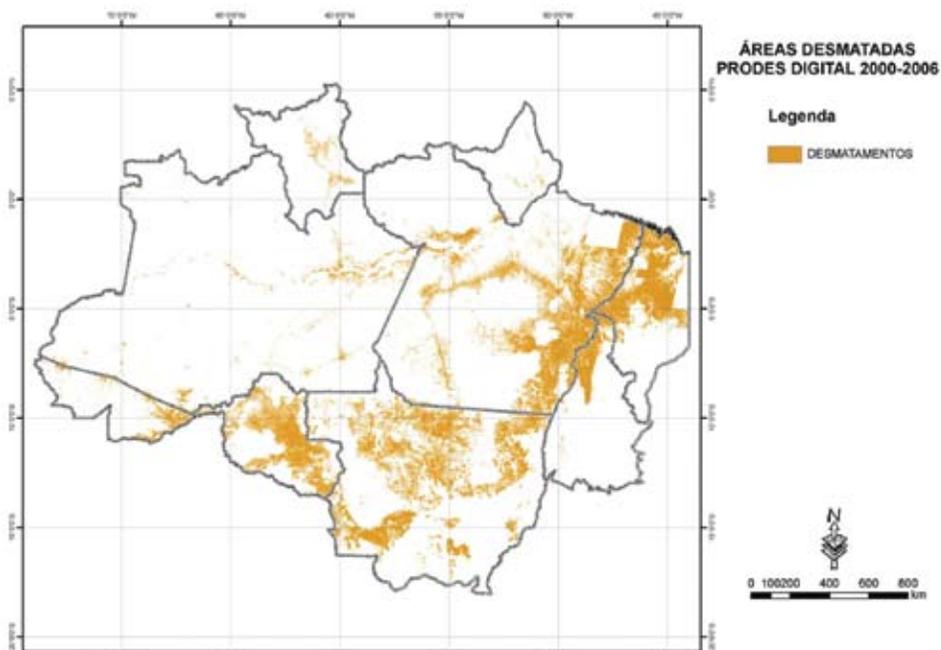
Como resultado dessas avaliações, obtém-se o ZAE-Palma de óleo com a seguinte estrutura classificatória:

- Preferencial-P – potencial alto;
- Regular-R – potencial médio a alto;
- Marginal-M – potencial baixo;
- Inapta-I – sem potencial ou inadequada;

Integração temática e procedimentos informatizados

A comparação dos graus de limitação

Figura 1 – Áreas desmatadas obtidas pelo Inpe (2007), utilizado como um dos recortes da área total do zoneamento agroecológico da região.



- Áreas bloqueadas – terras contidas em unidades de conservação ambiental ou em terras indígenas demarcadas (Fonte 1; Fonte 2); terras contidas em áreas sem aptidão climática ou com alto risco climático; terras em áreas cobertas por floresta nativa, conforme INPE (2007).

A fundamentação metodológica para a obtenção da aptidão pedoclimática e do zoneamento agroecológico por cultura ou produto tratados neste capítulo é baseada nos preceitos, critérios e procedimentos enunciados do método intitulado “Sistema de Avaliação da Aptidão das Terras” (RAMALHO FILHO; BEEK, 1965), preconizado pela Embrapa para a interpretação de levantamentos de solos no Brasil.

Para o cálculo da extensão territorial do resultado final do zoneamento, foi considerada a divisão política fornecida pelo

IBGE, reprojeta na projeção cônica equivalente à área de Albers com *datum* SAD-69. Essa divisão política foi utilizada para efetuar as seguintes partições territoriais:

- áreas de zoneamento contido nas unidades da federação da Amazônia Legal;
- áreas de zoneamento contido nas mesorregiões da Amazônia Legal.

O processo de cálculo da extensão territorial produziu um erro de aferição geral de 5,68 ha.

Face à enorme área abrangida e, portanto, à grande quantidade de unidades de mapeamento de solos envolvidas, fez-se necessário o desenvolvimento de um procedimento automatizado que incluísse consulta ao banco de dados do SIPAM, avaliação da intensidade dos fatores limitantes de cada componente das unidades

de mapeamento de solos e avaliação da aptidão das terras por unidade taxonômica que compõe as unidades de mapeamento de acordo com o quadro de regras previamente estabelecido.

Visando automatizar o processo classificatório para a geração da aptidão das terras para a palma de óleo, uma base de conhecimento através do uso de ontologias foi desenvolvida no âmbito do zoneamento. Dessa forma, foi possível organizar o conhecimento sobre aptidão das terras, o qual permite estruturar uma base de conhecimento do processo classificatório conduzido integralmente de forma automatizada. Esse procedimento torna possível e agiliza a reprodução do método de avaliação da aptidão das terras para outras regiões geográficas e para outras culturas ou produtos, contanto que haja disponibilidade de dados de levantamentos de solos da região e de dados sobre os requisitos ecofisiológicos da cultura a que a avaliação se destina. Portanto, essa base de conhecimento pode ser ampliada e o procedimento informatizado desenvolvido para o zoneamento agroecológico pode ser utilizado no zoneamento de outras culturas ou produtos destinados à produção de alimentos, fibras ou geração de biocombustível. Para mais esclarecimentos, consultar Azevedo et al. (2007) e Ramalho Filho e Beek (1995).

Referências bibliográficas

AZEVEDO, V. H. M.; MEIRELLES, M. S. P., FERRAZ, R. P. D.; RAMALHO FILHO, A. Interability among heterogeneous geographic objects In: **Advances in Geoinformatics**. New York: Springer, 2007. p. 193-202, 1. v.

BRASIL. Ministério do Meio Ambiente. Secretaria de Biodiversidade e Florestas. **Avaliação e identificação de áreas e ações prioritárias para a conservação, utilização sustentável e repartição dos benefícios da biodiversidade dos biomas brasileiros**. Brasília: MMA, 2002. 404 p. Disponível em: <<http://www.mma.gov.br>>. Acesso em 10 jan. 2010.

IBGE. **Mapa da Amazônia Legal**. Disponível em: <<http://www.ibge.gov.br/home/geociencias>>. Acesso em: 08 mar. 2009.

INPE. **Programa de Monitoramento do Desmatamento da Amazônia**. Projeto de Monitoramento da Floresta Amazônica Brasileira por Satélite. Disponível em: <<http://www.dpi.inpe.br/prodesdigital/prodes.php>>. Acesso em 09 mai. 2007.

MEIRELLES, M. S. P.; CAMARA, G.; ALMEIDA, C. **Geomática: modelos e aplicações ambientais**. Ed. Brasília: Embrapa Informação Tecnológica, 2007, p. 593.

RAMALHO FILHO, A.; BEEK, K. J. **Sistema de avaliação da aptidão agrícola das terras**. 3. ed. rev. Rio de Janeiro: Embrapa-CNPQ, 1995. 65 p.

SIPAM. **Base pedológica da Amazônia Legal: base digital em escala compatível com a escala 1:250.000**. Brasília: SIVAM; IBGE 2004.

Zoneamento Agroecológico para a cultura da palma de óleo nas áreas desmatadas da Amazônia Legal

Antonio Ramalho Filho, Paulo Emilio Ferreira da Motta, Uebi Jorge Naime, Alexandre Ortega Gonçalves e Wenceslau Geraldes Teixeira

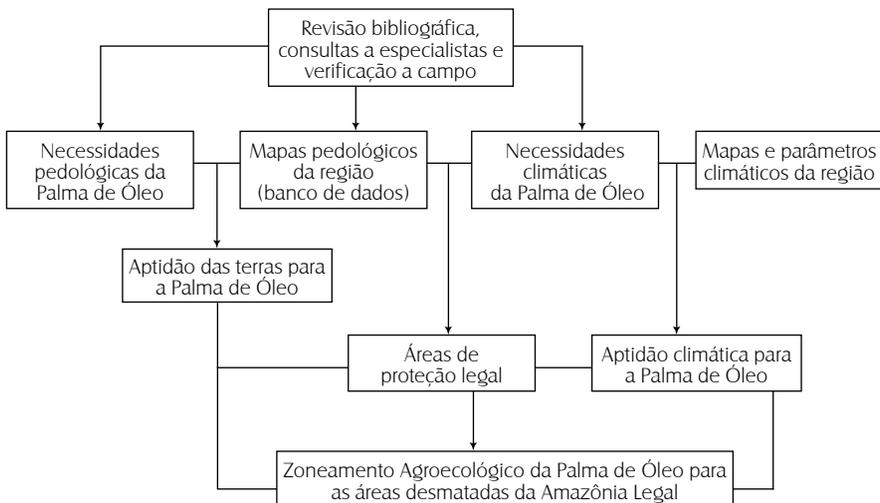
Considerações gerais

O Zoneamento Agroecológico da Palma de Óleo para as áreas desmatadas da Amazônia Legal foi obtido basicamente pelo cruzamento da aptidão das terras com a aptidão climática, após a exclusão das áreas protegidas por lei, conforme indicado na Figura 1.

Os procedimentos necessários à elaboração do zoneamento contaram com o apoio de técnicas de geoprocessamento por meio da utilização de sistemas de informação geográfica e de sensoriamento remoto.

O ZAE-Palma de Óleo foi preparado em alinhamento com os preceitos do Zoneamento Ecológico-Econômico (ZEE) da Amazônia Legal (<http://www.mma.gov.br>),

Figura 1 – Organograma das fases do Zoneamento Agroecológico para a cultura da Palma de Óleo



cujo escopo é mais geral quanto à destinação das terras da região. Portanto, este documento, ao apresentar o potencial de terras das zonas denominadas “consolidadas” e “a consolidar”, fornece base para a implantação e a expansão da palma de óleo e respalda uma política disciplinar ao desmatamento de novas áreas.

No cruzamento da Aptidão Agrícola das Terras com a Aptidão Climática, foi considerada também a regra pela qual a pior aptidão (do clima ou das terras) é a que determina a classe final de zoneamento, conforme pode ser observado na Tabela 1.

As classes do zoneamento, estabelecidas de acordo com o grau de intensidade das limitações ambientais (clima e terras) para a cultura da palma de óleo, foram assim definidas:

- Preferencial – P (potencial alto) – inclui terras sem limitações significativas para a produção sustentada da palma de óleo. A classe *Preferencial* se refere às áreas que apresentam

déficit hídrico menor que 200 mm e até três meses secos consecutivos (<50 mm). Esse mínimo de restrições não reduz expressivamente a produtividade ou os benefícios e não aumenta a necessidade de insumos e práticas mitigadoras acima de um nível aceitável.

- Regular – R (potencial médio) – inclui terras com limitações moderadas para a produção sustentada da palma de óleo. A classe *Regular* se refere às áreas que apresentam déficit hídrico entre 200 mm e 350 mm, com até três meses secos consecutivos (<50 mm). As limitações reduzem a produtividade ou os benefícios ou elevam a necessidade de insumos e práticas mitigadoras para aumentar o rendimento da cultura.
- Marginal – M (potencial baixo) – inclui terras com limitações fortes para a produção sustentada da palma de óleo. A classe *Marginal* se refere às áreas que apresentam déficit hídrico

Tabela 1 – Classes de zoneamento obtidas a partir do cruzamento das classes de aptidão das terras com as classes de aptidão climática

CLASSE DE ZONEAMENTO		APTIDÃO CLIMÁTICA			
		Preferencial (P)	Regular (R)	Marginal (M)	Inapta/NR (I)
APTIDÃO DAS TERRAS	Boa (B)	P (PB)	R (RB)	M (MB)	I (IB)
	Regular (R)	R (PR)	R (RR)	M (MR)	I (IR)
	Marginal (M)	M (PM)	M (RM)	M (MM)	I (IM)
	Inapta (I)	I (PI)	I (RI)	I (MI)	I (II)

Observações:

1. A sequência de letras entre parênteses obedece à ordem aptidão climática–aptidão das terras;
2. Prevalece como aptidão dominante da unidade de mapeamento (polígono/zona) a pior aptidão no cruzamento clima x terras (entre parênteses), por exemplo: R(PR) ou R(RP) em que R representa a aptidão Regular ou seja, inferior a Preferencial atribuída ao clima ou ao solo;
3. Na legenda de aptidão das terras, prevalece o símbolo da aptidão dominante da associação na Unidade de Mapeamento de Solos.

entre 350 mm e 450 mm, com até três meses secos (<50 mm). Essas limitações reduzem a produtividade ou os benefícios ou, então, aumentam os insumos necessários de tal maneira que os custos só seriam justificados marginalmente. A decisão de se utilizar essas terras para a produção da palma de óleo, conforme a classificação da aptidão das terras apresentada, deve se basear em estudos de viabilidade econômica e do contexto socioeconômico do agricultor.

- Inapta - I (potencial muito baixo) - diz respeito a terras com limitações muito fortes e clima desfavorável, que impedem a produção econômica da palma de óleo.

Resultados

Os resultados do zoneamento agroecológico para a cultura da palma de óleo nas áreas desmatadas da Amazônia Legal (ZAE-Palma de Óleo) são apresentados nas Figuras 2 e 3, respectivamente para os níveis de manejo B e C. A distribuição das classes do zoneamento (Preferencial, Regular, Marginal e Inapta) e das áreas excluídas, por estado e para toda a Amazônia Legal, são apresentadas nas Tabelas 2 e 3 (respectivamente para os níveis de manejo B e C) e resumidas na Tabela 4.

Figura 2 – Zoneamento Agroecológico da cultura da palma de óleo nas áreas desmatadas da Amazônia Legal – Nível de Manejo B

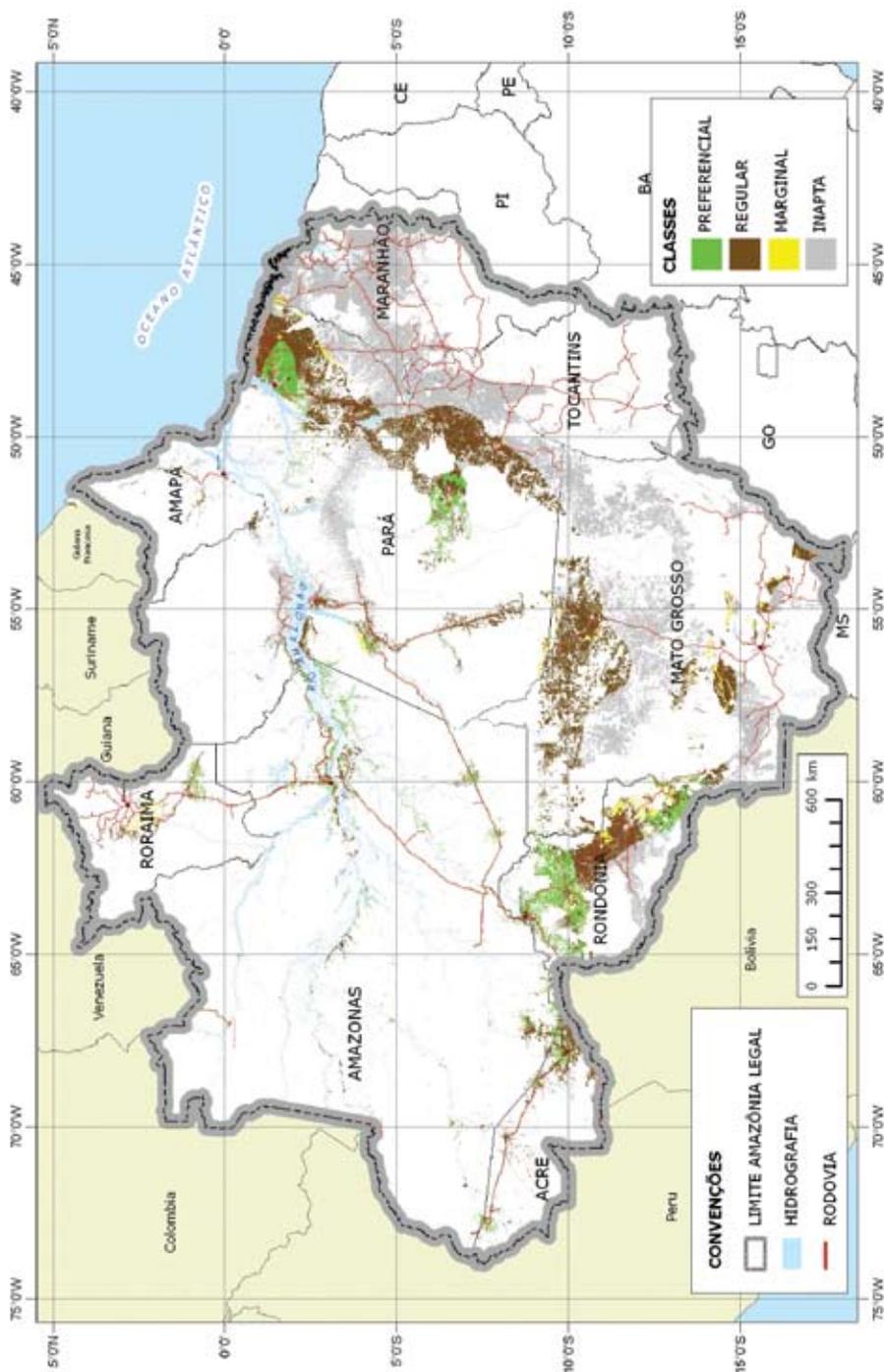


Tabela 2 – Áreas das classes de zoneamento para produção de palma de óleo, sob o nível de manejo B, por estado da Amazônia Legal

CLASSE	PREFERENCIAL (P)		REGULAR (R)		MARGINAL (M)		INAPTA (IN)		ÁREA EXCLUÍDA*		ÁREA ESTUDADA DO ESTADO				
	ha	km ²	%	ha	km ²	%	ha	km ²	%	km ²		%			
AC	416.037	4.160	2,53	1.087.772	10.878	6,63	913,32	9	0,01	306.879	3.069	1,87	146.026	88,95	164.158
AM	1.461.375	14.614	0,94	889.466	8.895	0,57	8.337	83	0,01	415.517	4.155	0,27	1.531.447	98,22	1.559.164
AP	20.334	203	0,14	137.844	1.378	0,97	11.205	112	0,08	125.232	1.252	0,88	139.868	97,94	142.813
GO	0	0	0,00	0	0	0,00	0	0	0,00	131.224	1.312	9,19	12.952	90,73	14.276
MA	0	0	0,00	246,96	2	0,00	109.515	1.095	0,39	10.090.105	100.901	36,19	176.691	63,37	278.840
MT	203.959	2.040	0,23	6.779.357	67.794	7,51	786.999	7.870	0,87	12.806.582	128.066	14,18	697.591	77,23	903.283
PA	2.327.674	23.277	1,87	10.448.374	104.484	8,37	345.718	3.457	0,28	9.926.744	99.267	7,96	1.017.253	81,53	1.247.772
RO	2.720.638	27.206	11,5	2.755.935	27.559	11,60	550.294	5.503	2,32	1.834.577	18.346	7,72	158.976	66,91	237.591
RR	187.409	1.874	0,84	218.712	2.187	0,98	207.898	2.079	0,93	144.684	1.447	0,65	216.715	96,63	224.283
TO	0	0	0,00	0	0	0,00	0	0	0,00	2.949.021	29.490	10,63	248.133	89,41	277.537
TOTAL	7.337.426	73.374		22.317.707	223.177		2.020.879	20.209		38.730.565	387.306		4.345.652		5.049.717
% A.M.L			1,45			4,42			0,40			7,67		86,06	

Nota: Áreas consideradas aptas para o cultivo da palma de óleo, classes P (preferencial) e R (regular), totalizam 29.655.133 ha (296.551 km²) ou 5,87% da Amazônia Legal.

* Área de Proteção Ambiental, Terras Indígenas e Área Não Desmatadas.

Total da área do zoneamento após os recortes: 704.066 km² = aproximadamente 13,94% da Amazônia Legal

A.M.L = Amazônia Legal

Figura 3 – Zoneamento Agroecológico da cultura da palma de óleo nas áreas desmatadas da Amazônia Legal – Nível de Manejo C

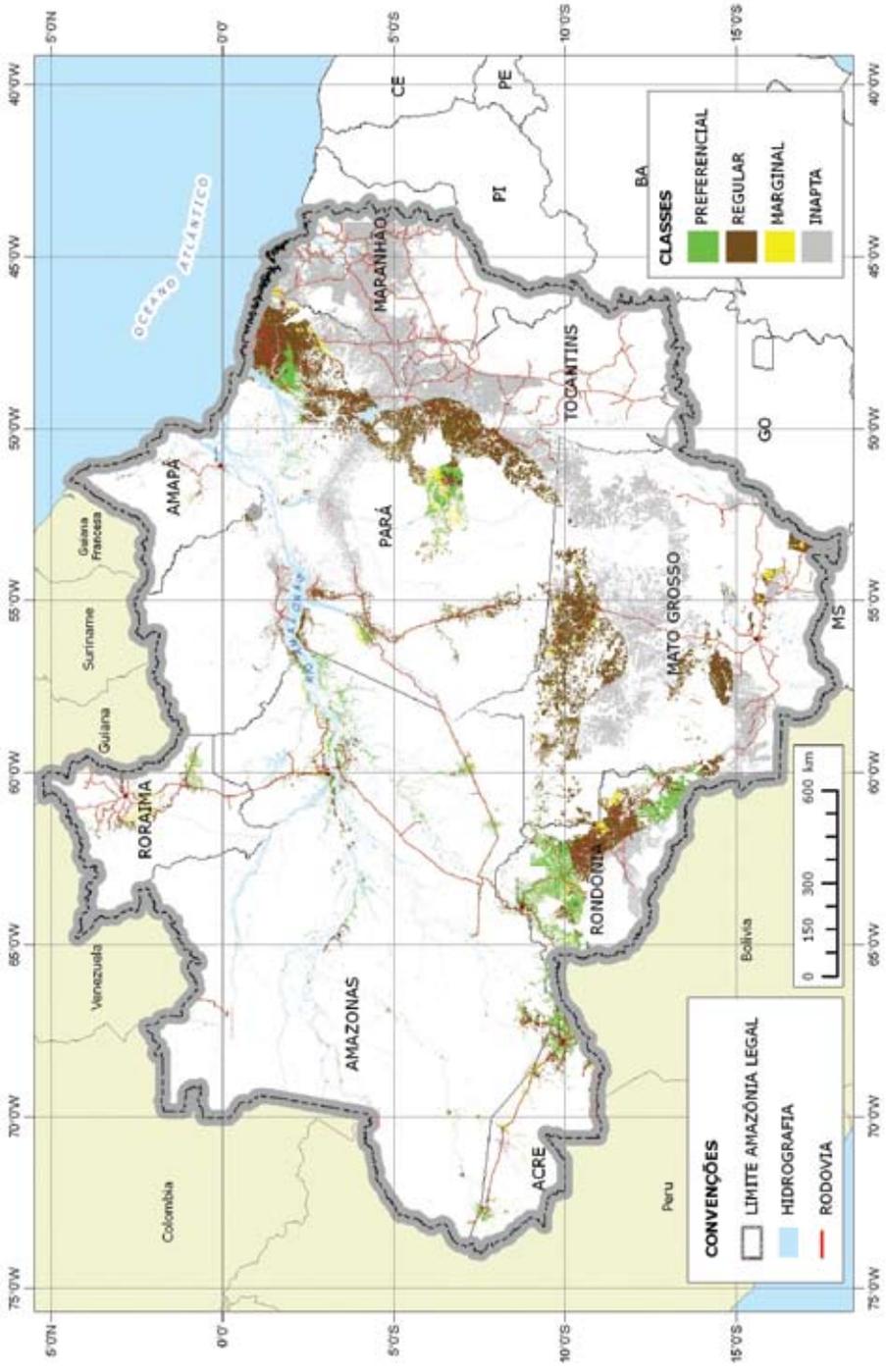


Tabela 3 – Áreas das classes de zoneamento para produção de palma de óleo, sob o nível de manejo C, por estado da Amazônia Legal

CLASSE	PREFERENCIAL (P)			REGULAR (R)			MARGINAL (M)			INAPTA (IN)			ÁREA EXCLUÍDA*		ÁREA ESTUDADA DO ESTADO	
	ha	km ²	%	ha	km ²	%	ha	km ²	%	ha	km ²	km ²	%	km ²		%
ESTADO																km ²
AC	735.677	7.357	4,48	574.630	5.746	3,50	193.511	1.935	1,18	307.785	3.078	1,87	146.026	88,95	164.158	
AM	1.532.123	15.321	0,98	681.556	6.816	0,44	142.830	1.428	0,09	418.185	4.182	0,27	1.531.447	98,22	1.559.164	
AP	20.334	203	0,14	123.843	1.238	0,87	23.169	232	0,16	127.271	1.273	0,89	139.868	97,94	142.813	
GO	0	0	0,00	0	0	0,00	0	0	0,00	131.224	1.312	9,19	12952,07	90,73	14.276	
MA	0	0	0,00	246.96	2	0,00	81.027	810	0,29	10.118.593	101.186	36,29	176.691	63,37	278.840	
MT	220.920	2.209	0,24	6.700.985	67.010	7,42	486.836	4.868	0,54	13.168.156	131.682	14,58	697.591	77,23	903.283	
PA	1.666.831	16.668	1,34	10.608.430	106.084	8,50	810.902	8.109	0,65	9.962.347	99.623	7,98	1.017.253	81,53	1.247.772	
RO	2.930.252	29.303	12,33	2.733.292	27.333	11,50	352.365	3.524	1,48	1.845.535	18.455	7,77	158.976	66,91	237.591	
RR	190.143	1.901	0,85	214.119	2.141	0,95	209.175	2.092	0,93	145.205	1.453	0,65	216.715	96,63	224.283	
TO	0	0	0,00	0	0	0,00	0	0	0,00	2.949.021	29.490	10,63	248.133	89,41	277.537	
TOTAL	7.296.279	72.963		21.637.101	216.371		2.299.816	22.998		39.173.381	391.734		4.345.652		5.049.717	
% AM.L			1,44			4,28			0,46			7,76		86,06		

Nota: Áreas consideradas aptas para o cultivo da palma de óleo, classes P (preferencial) e R (regular), totalizam 28.933.380 ha (289.334 km²) ou 5,73 % da Amazônia Legal.

* Área de Proteção Ambiental, Terras Indígenas e Área Não Desmatadas.

Total da área do zoneamento após os recortes: 704.066 km² = aproximadamente 13,94% da Amazônia Legal.

AML = Amazônia Legal

Tabela 4 – Resumo das áreas das classes do Zoneamento Agroecológico da Palma de Óleo nas áreas desmatadas da Amazônia Legal com adoção dos níveis de manejo B e C

NÍVEL DE MANEJO B				NÍVEL DE MANEJO C			
CLASSE	hectare	km ²	% da AM.L	CLASSE	hectare	km ²	% da AM.L
Preferencial – P	7.337.426	73.374	1,45	Preferencial – P	7.296.279	72.963	1,44
Regular – R	22.317.707	223.177	4,42	Regular – R	21.637.101	216.371	4,28
Marginal – M	2.020.879	20.209	0,40	Marginal – M	2.299.816	22.998	0,46
Inapta – IN	38.730.565	387.306	7,67	Inapta – I	39.173.381	391.734	7,76
Subtotal *	70.406.577	704.066	13,94	Subtotal *	70.406.577	704.066	13,94
Área excluída **	434.565.157	4.345.652	86,06	Área excluída **	434.565.157	4.345.652	86,06
Total – AM.L	504.971.734	5.049.717	100	TOTAL – AM.L	504.971.734	5.049.717	100,00

Nota: Classes P e R, consideradas aptas para a palma de óleo, totalizam: no nível de manejo B: 29.655.133 ha (296.551 km²), ou 5,87% da Amazônia Legal. No nível de manejo C, totalizam 28.933.380 ha (289.334 km²), ou 5,73% da Amazônia Legal.

* Total da área do zoneamento, após os recortes: 704.066 km², aproximadamente 13,94% da Amazônia Legal.

** Área de Proteção Ambiental, Terras Indígenas e Área Não Desmatadas

AM.L = Amazônia Legal

Durante a execução deste trabalho, foi constatada a existência de 296.551 km² (296.551.133 ha) de terras aptas para o cultivo de palma de óleo com a adoção do nível de manejo B, que correspondem a 5,87% da área desmatada da Amazônia Legal até 2007, ou 4,1% da área estudada. As terras aptas para o cultivo da palma de óleo com a adoção do nível de manejo C perfazem 289.334 km² (289.333.380 ha), o que corresponde a 5,72% da área desmatada da Amazônia Legal, ou 4,09% da área estudada. Essas áreas, consideradas aptas, incluem as classes preferencial e regular do ZAE-Palma de Óleo. A área do zoneamento, após os recortes, totaliza 704.066 km², que corresponde a 13,94% da Amazônia Legal.

É importante esclarecer que os mapas gerados mostram as zonas das classes preferencial, regular, marginal e inapta para a produção da cultura da palma de óleo para fins diversos, seja óleo comestível, cosméticos ou biocombustível. Por outro lado, não informa, porém, sobre a

real disponibilidade das terras para essa cultura, que podem estar atualmente sob usos distintos e com diferentes níveis de produtividade. Estima-se que cerca de 80% da área desmatada do bioma amazônico encontram-se ocupados com pastos em diferentes níveis de esgotamento, degradação e mesmo abandono.

Não obstante o zoneamento esteja confinado às áreas desmatadas da Amazônia Legal, os resultados mostrados nas Tabelas 2, 3 e 4 ainda são brutos, porquanto podem ser reduzidos, com a aplicação do Código Florestal, para cerca de 50 a 60% por ocasião da implantação da palma de óleo, em decorrência de restrições de ordem ambiental ditadas pela legislação vigente.

A decisão de se utilizar ou não as terras classificadas como Marginais ou de Aptidão Restrita, cujos benefícios e custos se equivalem, conforme os padrões economicamente aceitáveis pelos produtores de palma de óleo na região, deve se basear em estudos de viabilidade econômica

e do contexto socioeconômico de cada agricultor. No presente estudo, somente as classes Preferencial e Regular estão sendo consideradas aptas para a implantação da cultura.

Os mapas resultantes do zoneamento são também apresentados no DVD anexo ao livro, da seguinte forma:

- a. Mapa do ZAE-Palma de Óleo nos níveis de Manejo B e C;
- b. Mapas do ZAE-Palma de Óleo, nos níveis de Manejo B e C, dos estados do Acre, Amapá, Amazonas, Mato Grosso, Pará, Rondônia e Roraima.

Mapas do ZAE-Palma de Óleo para toda a área da Amazônia Legal nos níveis de Manejo B e C podem ser consultados e exercitados de forma interativa em diferentes escalas e tamanhos, usando-se o programa Arch Reader, o qual encontra-se também no DVD para instalação.

Com o uso do Sistema Geográfico de Informação (SGI), pode-se manusear o zoneamento chegando-se a sua visualização na escala até 1:250.000 na versão final, embora a escala do zoneamento em coerência com o real nível de abstração dos levantamentos básicos de solos esteja estimada em 1:600.000.

Os resultados do ZAE-Palma de Óleo, na forma de texto e mapas, podem ser consultados no GeoPortal da Embrapa Solos (<http://mapoteca.cnps.embrapa.br>).

Os resultados foram divulgados de maneira sintética por estado da Amazônia Legal em congressos e seminários temáticos de solos e agroenergia (MOTTA et al., 2009a, 2009b; RAMALHO FILHO et al., 2009a, 2009b, 2009c, 2009d; RAMALHO FILHO et al., 2008).

A análise dos resultados apresentados em mapas e tabelas permite constatar o fato de que a área total informada, refe-

rente à soma das classes preferencial, regular, marginal e inapta, é superior à área desmatada oficial das 75 cenas do PRODES, mesmo com as exclusões das terras indígenas e das unidades de conservação. Isso ocorre por dois motivos básicos:

- 1 – As cenas usadas pelo INPE não recobrem toda a região e, portanto, não informam sobre toda a área efetivamente desmatada. Há áreas historicamente desmatadas que não figuram nos cálculos por não terem cenas trabalhadas pelo PRODES/INPE. É o caso de grande área no nordeste paraense – zona Bragantina –, a qual foi considerada no zoneamento como desmatada, apesar de não ser informada pelo PRODES.
- 2 – A área da Amazônia Legal definida pelo IBGE é maior que a área considerada como Amazônia Legal pelo INPE.

Conclusão

Ao contrário do que se poderia esperar, não foi constatada, neste estudo, diferença significativa entre os resultados do zoneamento para terras cultivadas sob o nível de manejo B, menos tecnificado, e sob o nível de manejo C, mais tecnificado e com emprego de alta tecnologia.

Os fatores limitantes do solo mais frequentemente responsáveis pelas diferenças entre a aptidão das terras avaliada para esses dois níveis de manejo são a deficiência de fertilidade, a suscetibilidade à erosão e os impedimentos à mecanização.

Essa lógica normalmente ocorre na avaliação da aptidão das terras para lavou-

ras em geral. No entanto, no caso particular da palma de óleo, a correção química do solo, sobretudo da acidez e da fertilidade, não exerce grande influência em vista de uma menor exigência desta cultura por nutrientes para o seu desenvolvimento. Por outro lado, as quantidades de fertilizantes a serem aplicadas e, conseqüentemente, os custos financeiros, aumentam significativamente quando a meta de produtividade é aumentada.

A palma de óleo em produção é uma cultura altamente exportadora de minerais, e o que se retira do solo com a produção deve ser repostado para a safra seguinte. Contudo, no caso deste zoneamento, a meta anual de produtividade está sendo considerada na faixa de 3 a 3,5 toneladas por hectare. Esse nível de produtividade não demanda quantidades de adubo que não estejam previstas nas condições do nível de manejo B. Portanto, longe ainda de esgotar o potencial do nível de manejo C, que permite a aplicação de grandes quantidades de fertilizantes para a cultura da palma de óleo atingir a produtividade mais alta.

Da mesma forma, o impedimento à mecanização, fator de fundamental importância para o nível de manejo C, não resulta em grande diferença em relação ao nível de manejo B, que, ao contrário, por conceituação geral, não se baseia na mecanização intensa, em vista da baixa dependência de mecanização plena para a cultura da palma de óleo.

No caso da suscetibilidade à erosão, o raciocínio é similar, não havendo grande diferença nos resultados da classificação do nível de Manejo B para o nível de manejo C, porque a palma de óleo, como cultura perene que oferece grande proteção ao solo, não concorre para o aumento da exposição do solo à erosão e, assim, a vantagem comparativa do nível C, ao contar com técnicas de alta eficiência para

prevenir e controlar a erosão, não tem efetividade no caso dessa cultura.

Os resultados do zoneamento agroecológico para a cultura da palma de óleo nas áreas desmatadas da Amazônia Legal ensejam relevantes impactos para o desenvolvimento na região de forma diferenciada, como segue:

Impacto Ambiental

Como cultura perene, a palma de óleo tem potencial para:

- gerar renda com produção sustentável e ecologicamente limpa;
- proteger o solo contra o efeito da erosão;
- prevenir a degradação das terras;
- oferecer alta taxa de sequestro de carbono;
- constituir opção de reflorestamento para as áreas desmatadas ocupadas com terras degradadas ou com grau avançado de esgotamento.

Impacto Econômico-Social

- o ZAE-Palma de Óleo oferece ao produtor rural uma alternativa econômica sustentável para o gerenciamento de seu imóvel e diminui a pressão sobre a floresta;
- a implantação da cultura da palma de óleo propicia uma ocupação da mão de obra local de forma permanente, hoje basicamente itinerante;
- o zoneamento é um mecanismo de acesso ao crédito agrícola e um instrumento de referência do Proagro (seguro agrícola);
- o zoneamento agroecológico cria cenários que incluem outras culturas importantes para a região de forma consorciada e a produção de biodiesel a partir de culturas perenes com

alto teor de óleo, notadamente as palmáceas;

- o caráter de longo prazo da atividade fixa o agricultor e a sua família na área de produção e propicia investimentos, representando inserção social na região;
- é uma atividade produtiva sustentável com reais perspectivas para a agricultura em grande e pequena escala, garantindo a inserção do agricultor em cooperativas e oferecendo renda ao longo do ano durante o ciclo da cultura (estabilidade econômica e otimização da mão de obra);
- pelo seu caráter multidisciplinar e participativo, o zoneamento abre um vasto campo para a geração de tecnologia.

Considerações finais

Do ponto de vista metodológico, a primeira oportunidade já alcançada foi o desenvolvimento de uma metodologia inovadora para a execução do ZAE, a qual se baseia na interpretação, com procedimentos informatizados, da base de dados ambientais através de regras de conhecimento da cultura da palma de óleo e da possibilidade da incorporação de informação socioeconômica e ecológica – vulnerabilidade e riqueza de biodiversidade.

O ZAE é um “guarda-chuva” para projetos complementares por abrir perspectivas para a execução de zoneamentos em níveis mais detalhados e para a implementação de planos de ordenamento territorial.

Outro aspecto importante é o entendimento do nível dos estudos básicos usados no zoneamento, cuja escala da informação subentende que um determinado polígono (unidade) no mapa pode incluir

associações de solos diferentes com aptidão melhor ou pior do que a indicada. Por esse fato, é recomendada como essencial a realização de estudos complementares mais detalhados para separar os diferentes componentes da unidade de mapeamento no momento do planejamento e da implantação de projetos de produção.

Referências bibliográficas

EMBRAPA SOLOS. **Sistema brasileiro de classificação de solos**. 2. ed. Rio de Janeiro: Embrapa Solos, 2006. 306 p.

MOTTA, P. E. F.; RAMALHO FILHO, A.; GONÇALVES, A. O.; NAIME, U. J.; BACA, J. M.; CLAESSEN, M. E. C. Zoneamento agroecológico do dendeeiro para as áreas desmatadas do Estado do Mato Grosso. In: CONGRESSO BRASILEIRO DE CIÊNCIA DO SOLO, 32. Fortaleza, 2009. **Anais...** Fortaleza: Sociedade Brasileira de Ciência do Solo, 2009a. CD-ROM.

MOTTA, P. E. F.; NAIME, U. J.; RAMALHO FILHO, A.; GONÇALVES, A. O.; BACA, J. M. Zoneamento agroecológico do dendeeiro para as áreas desmatadas do Estado de Rondônia. In: CONGRESSO BRASILEIRO DE CIÊNCIA DO SOLO, 32. Fortaleza, 2009. **Anais...** Fortaleza: Sociedade Brasileira de Ciência do Solo, 2009b. CD-ROM.

RAMALHO FILHO, A.; BACA, J. F. M.; MOTTA, P. E. F.; NAIME, U. J.; CLAESSEN, M. E. C. Zoneamento agroecológico do dendê nas áreas desmatadas da Amazônia Legal. In: CONGRESSO BRASILEIRO DE PLANTAS OLEAGINOSAS, ÓLEOS, GORDURAS E BIODIESEL, 5. Lavras, 2008. **Anais...** Lavras: UFLA, 2008. CD-ROM.

RAMALHO FILHO, A.; MOTTA, P. E. F.; NAIME, U. J.; GONÇALVES, A. O.; BARROS, A. H. Zoneamento agroecológico do dendeeiro para as áreas desmatadas do Estado do Acre. In: CONGRESSO BRASILEIRO DE CIÊNCIA DO SOLO, 32. Fortaleza, 2009. **Anais...** Fortaleza: Sociedade Brasileira de Ciência do Solo, 2009a. CD-ROM.

RAMALHO FILHO, A.; MOTTA, P. E. F.; NAIME, U. J.; BASTOS, T. X.; GONÇALVES, A. O.; CLAESSEN, M. E. C.; TEIXEIRA, W. G. Zoneamento agroecológico do dendeeiro para as áreas desmatadas do Estado do Pará. In: CONGRESSO BRASILEIRO DE CIÊNCIA DO SOLO, 32. Fortaleza, 2009. **Anais...** Fortaleza: Sociedade Brasileira de Ciência do Solo, 2009b. CD-ROM.

RAMALHO FILHO, A.; MARTINS, G. C.; MOTTA, P. E. F.; TEIXEIRA, W. G.; NAIME, U. J.; GONÇALVES, A. O.; BARROS, A. H.; BACA, J. M. Zoneamento agroecológico do dendzeiro para as áreas desmatadas do Estado do Amazonas. In: CONGRESSO BRASILEIRO DE CIÊNCIA DO SOLO, 32. Fortaleza, 2009. **Anais...** Fortaleza: Sociedade Brasileira de Ciência do Solo, 2009c. CD-ROM.

RAMALHO FILHO, A.; MOTTA, P. E. F.; NAIME, U. J.; GONÇALVES, A. O.; BACA, J. M.; BARROS, A. H.; TEIXEIRA, W. G.; BASTOS, T. X. Zoneamento agroecológico do dendê (Palma africana) na região amazônica brasileira – procedimentos metodológicos e resultados. In: CONGRESO LATINOAMERICANO DE LA CIENCIA DEL SUELO, 18. San Jose, Costa Rica, 2009. **Anais...** San Jose, Costa Rica: Sociedad Latinoamericana de la Ciencia del Suelo, 2009d. CD-ROM.

Salvaguardas do Zoneamento Agroecológico para a palma de óleo na Amazônia Legal e priorização de áreas

Ana Paula Dias Turetta e Antonio Ramalho Filho

A priorização na implantação de projetos de desenvolvimento para produção de óleo de palma de óleo deve se basear na conjugação dos resultados do zoneamento agroecológico com a informação sobre o contexto socioeconômico no qual o agricultor opera e os aspectos ambientais intrínsecos, sobretudo quanto à riqueza da biodiversidade.

também pode ter seu uso balizado por um recorte mais amplo do que seria o das áreas consolidadas e a consolidar indicadas para desenvolvimento pelo Zoneamento Ecológico-Econômico da Amazônia Legal (ZEE-MMA – <http://www.mma.gov.br>).

A priorização de áreas para implementação de projetos de plantio de palma de óleo a partir do zoneamento também poderia ser subsidiariamente balizada por restrições ambientais mais específicas, além de questões ligadas à aptidão pedoclimática, considerando a ocorrência de áreas com extrema riqueza em biodiversidade com base em estudo realizado pelo Ministério do Meio Ambiente (BRASIL, 2002). Esse estudo indica que, no bioma amazônico, 247 áreas foram classificadas como de extrema importância biológica, as quais podem estar situadas tanto em áreas ocupadas por florestas nativas quanto em áreas já desmatadas.

Aspectos ambientais

O zoneamento considerou uma variedade de critérios do ponto de vista ambiental que se constituem em salvaguardas, desde a definição da área líquida do projeto a ser avaliada até a implementação de projetos de plantio da palma de óleo, ou dendezeiro.

A área do projeto foi definida com base em alguns recortes que consistem na subtração de áreas de natureza diversa:

- reservas naturais e áreas indígenas (MMA/IBAMA, FUNAI);
- áreas sem aptidão climática ou com alto risco de degradação (vulnerabilidade);
- áreas desmatadas até 2007 (PRODES-INPE);
- áreas consolidadas e a consolidar (ZEE).

A informação do zoneamento agroecológico (ZAE) da cultura da palma de óleo

Aspectos socioeconômicos

Assim como nos aspectos ambientais, a priorização na implantação de projetos de desenvolvimento para produção de óleo de palma deve se basear na conjugação

dos resultados do zoneamento agroecológico com um conjunto de atributos do sistema integrado de produção que definem o contexto socioeconômico no qual o agricultor opera. Essa definição pode ser feita com base em algumas ações e aspectos de natureza socioeconômica:

a) Caracterização e categorização, baseadas em análise socioeconômica, dos principais sistemas integrados de produção existentes (*farming systems*) na área onde será implantada a cultura da palma de óleo. Essa análise socioeconômica pressupõe o levantamento de diversas variáveis que constituem os atributos dos sistemas integrados de produção, conforme Ramalho-Filho, (1992):

- uso atual da área a ser cultivada com a cultura da palma de óleo: sistemas de cultivos – monocultura, culturas consorciadas, integração de tipos de uso;
- tamanho do imóvel – pequeno, médio, grande (em função do módulo local);
- tipo de tração – animal, mecânica, combinada;
- ocupação da terra – proprietário, arrendatário/posseiro, condomínio;
- insumos materiais – baixo, médio, alto;
- técnicas para manejo do solo – rudimentares, melhoradas, avançadas;
- nível tecnológico – baixo, médio, alto;
- orientação de mercado – subsistência, comercial, combinada;
- distância do mercado – pequena, média, grande;
- intensidade de mão de obra – baixa, média, alta;
- intensidade de capital – baixa, média, alta;

A combinação desses atributos define o tipo de sistema de produção e, conseqüentemente, serve de base para a formulação de recomendações sobre práticas de manejo da terra, se compatíveis com o

nível de manejo B ou C adotados no zoneamento agroecológico da palma de óleo.

b) Infraestrutura da área – estradas, armazém, rede de esgoto, mananciais de água potável.

c) Facilidades para a formação de cooperativas de produtores de óleo de palma.

Outras salvaguardas

Recorte da área através da subtração prévia de tipos de solo considerados não indicados ao cultivo da palma de óleo para produção econômica devido a restrições de natureza física ou química e ambiental, como:

- gleissolos (solos hidromórficos indiscriminados);
- neossolos litólicos e regossólicos (rasos);
- neossolos quartzarênicos (areias quartzosas de granulação grosseira, marinhas e dunas);
- plintossolos;
- planossolos halomórficos (sódicos ou salinos);
- manguezais;
- gleissolos tiomórficos (solos ácido-sulfatados);
- neossolos flúvicos (solos ribeirinhos originados de depósitos aluvionares de natureza diversa);
- organossolos (turfosos);
- vertissolos solódicos;
- afloramentos rochosos.

Esse procedimento propicia reduzir o volume de trabalho na avaliação da aptidão das terras ao descartar, em primeira análise, um grupo de classes de solo e formas de terreno considerados inaptos para a cultura da palma de óleo de acordo com os critérios e salvaguardas desse zoneamento.

Referências bibliográficas

BRASIL. Ministério do Meio Ambiente. Secretaria de Biodiversidade e Florestas. **Avaliação e identificação de áreas e ações prioritárias para a conservação, utilização sustentável e repartição dos benefícios da biodiversidade dos biomas brasileiros**. Brasília: MMA, 2002. 404 p. Disponível em: <<http://www.mma.gov.br>>. Acesso em 10 jan. 2010.

RAMALHO-FILHO, A. Evaluating land for Improved Systems of Small-Scale Farming – Special Reference for Northeast Brazil. PhD Thesis. Norwich, UK. School of Development Studies-University of East Anglia. 304 p. Ilustr.



PARTE 2

Produção e Manejo Sustentáveis para a Cultura da Palma de Óleo na Amazônia

Editores Técnicos

Pedro Luiz de Freitas
Wenceslau Geraldes Teixeira

Planejamento conservacionista e procedimentos para a instalação de palmares na Amazônia

Pedro Luiz de Freitas, Antonio Ramalho Filho, Paulo Emílio Ferreira da Motta e Wenceslau Gerales Teixeira

Introdução

O uso de uma área para produção de alimentos, fibras ou biocombustíveis deve ser precedido do conhecimento do contexto socioeconômico e ambiental. O conhecimento socioeconômico fornece indicativos importantes de natureza estratégica para o planejamento da cultura a ser introduzida, tais como:

- infraestrutura de escoamento, armazenamento e beneficiamento da produção;
- distância do mercado consumidor como elemento decisivo do tipo de produto a ser obtido em função de sua perecibilidade;
- orientação de mercado, considerando ser comercial, de subsistência ou a combinação de ambos;
- estrutura ou distribuição fundiária e disponibilidade de mão de obra como indicativos na implantação de agricultura de pequena ou larga escala com culturas temporárias ou perenes, pecuária ou um sistema de produção baseado em integração lavoura-pecuária, floresta-pecuária ou lavoura-pecuária-floresta;

- intensidade de capital e conhecimento técnico do agricultor na definição do nível tecnológico a ser adotado e das práticas inerentes ao manejo do solo, buscando a sustentabilidade da atividade.

O conhecimento ambiental oferece indicadores baseados no risco climático e na aptidão agrícola das terras, essenciais na definição do tipo de uso da terra (culturas anuais ou perenes, pastagem, reflorestamento ou preservação da fauna e da flora) e do nível tecnológico a ser adotado. Esses elementos, em conformidade com a legislação, permitem a elaboração do Zoneamento Agroecológico (ZAE) da cultura a ser implantada ou do produto a ser obtido na área. O zoneamento é, portanto, uma ferramenta fundamental para o planejamento da atividade a ser implantada de forma sustentável, sendo o primeiro passo a ser adotado no plano conservacionista de uso da terra e de manejo do solo e da água.

Na Amazônia, são encontradas condições climáticas favoráveis para o cultivo da palma de óleo na maior parte das áreas consideradas consolidadas ou a consolidar pelo Zoneamento Ecológico-Econômico – ZEE (BRASIL, 2001). O ZAE é complementar ao ZEE e tem como componentes bási-

cos a aptidão agrícola das terras, a aptidão climática e o risco climático, inferidos pelo exame das limitações ao uso agrícola dos solos e das características do clima, bem como dos demais componentes do meio. O uso das terras em conformidade com a aptidão agrícola para cada cultura é passo essencial no sentido da sustentabilidade do sistema. Os elementos, critérios e procedimentos para avaliação da aptidão agrícola das terras e do clima para a cultura de palma de óleo são encontrados na Parte 1 deste livro.

Ao se planejar a introdução de palmares em uma determinada área, a boa prática consiste em averiguar a existência de um zoneamento, sua escala e suas finalidades. Caso exista, é necessário saber se a escala ou nível de abstração do estudo satisfaz os pré-requisitos do planejamento da cultura ou se é necessário proceder a um detalhamento complementar.

Uma vez definida a área de abrangência ou de interesse, que pode ser imóvel rural, microbacia hidrográfica, município, assentamento, território ou microrregião encontrados dentro das zonas consideradas aptas para a cultura de palma de óleo pelo ZAE, é iniciada a formulação do plano conservacionista de uso da terra e manejo do solo e da água. Como ferramenta essencial para viabilizar agrônômica, social, econômica e ecologicamente a utilização da área de interesse, o plano conservacionista define as glebas, separadas segundo critérios pré-estabelecidos, e explicita o uso e o manejo (práticas culturais) a ser adotado em cada gleba. Consultores técnicos, órgãos de extensão rural e assistência técnica, públicos ou privados, e empresas especializadas têm como atender a essa demanda e fornecer a devida assistência técnica.

A formulação e a implantação de um plano conservacionista em toda a área de interesse ocorrem paralelamente à sepa-

ração de glebas para a instalação de palmares e, quando for o caso, das unidades agroindustriais (usinas de processamento de óleo de palma). Nessas glebas, além do planejamento específico de implantação, são realizados os relatos de oportunidades e riscos ambientais fundamentais para a tomada de decisão sobre o manejo do solo e da água e a necessária diversificação das atividades agrícolas, de forma a garantir a agrobiodiversidade.

Nos próximos capítulos, estão descritas as recomendações em relação à produção e ao manejo sustentáveis da cultura de palma de óleo. Neste capítulo, serão descritas as diferentes fases do planejamento conservacionista de áreas aptas à cultura de palma de óleo, assim como os procedimentos para a implantação de palmares na Amazônia.

Planejamento conservacionista

O planejamento conservacionista tem como objetivo a racionalização do uso e do manejo dos recursos naturais – solo, água e biodiversidade –, reconhecendo sua heterogeneidade, fragilidade e capacidade de resiliência. A base do processo é a aptidão agrícola das terras e a aptidão climática, que definem o uso potencial de mínimo impacto ambiental negativo. O confronto do uso potencial com o uso atual define a adequabilidade de uso da terra e a melhor opção de manejo a ser implementada em cada gleba de maneira integrada.

O plano conservacionista de uso da terra e de manejo do solo e da água constitui um documento no qual são explicitadas as práticas mecânicas e vegetativas que possibilitam o uso da terra e a implantação de culturas e pastagens com o míni-

mo de degradação, evitando a erosão e a compactação do solo, além da poluição e do assoreamento de mananciais hídricos, e garantindo melhor retorno em cada atividade proposta.

A formulação do plano conservacionista requer o conhecimento da realidade socioeconômica e ambiental da área de interesse, com ênfase no tipo de empreendimento: agroempresarial ou agricultura familiar em diferentes níveis.

Os cuidados com que o solo e a água das diferentes glebas devem ser manejados são definidos no plano conservacionista. Dessa forma, estão incluídos não só o plano de implantação das glebas destinadas à cultura de palma de óleo e ou-

tras culturas consorciadas, como também o uso e o manejo a serem adotados nas áreas adjacentes, determinando as glebas mais apropriadas para culturas anuais e perenes, pastagens, reflorestamento, preservação da fauna e da flora, áreas de proteção permanente (APPs), reservas legais, estradas, construções, etc. (Figura 1)

O plano conservacionista também estabelece com detalhes os sistemas de uso da terra e as técnicas e processos de manejo do solo, da água e das culturas. A efetividade de sistemas conservacionistas de manejo do solo e da água (como o Sistema Plantio Direto, que tem sido adotado em praticamente todas as culturas anuais e perenes), associados ao manejo agros-

Figura 1 – Adequação de atividades em uma área de agricultura familiar através do planejamento conservacionista em Benjamin Constant, AM (Foto: Pedro Luiz de Freitas)



silvipastoril adequado e sustentável (sistemas agroflorestais, recuperação e manejo de pastagens, integração lavoura-pecuária-floresta, reflorestamento de áreas de aptidão agrícola restrita, etc.), tem sido demonstrada nas inúmeras experiências ocorridas nas últimas três décadas, em especial nos estados do Sul do País (BASSI, 1998; BRAGAGNOLO et al., 1997, LANDERS et al., 2001). Essas experiências mostram que a adoção de tecnologias e práticas puramente mecânicas, visando à contenção da água não infiltrada que ocasiona o escoamento superficial ou deflúvio, não pode ser considerada como uma etapa independente dentro do processo de produção agrícola (FREITAS, 2005).

O norteador do planejamento conservacionista é o enfoque sistêmico, considerando a bacia hidrográfica como unidade de planejamento para ações que integram tecnologias e práticas vegetativas e mecânicas, sendo fundamental conhecer a localização da área de interesse em relação à bacia hidrográfica (AGÊNCIA NACIONAL DAS ÁGUAS, 2010).

Estão detalhados, a seguir, os principais componentes do planejamento conservacionista.

1. Caracterização da área de interesse

O ponto de partida é a análise detalhada dos aspectos físicos relativos à área de interesse no contexto da paisagem. Para isso, é necessário o levantamento dos recursos, basicamente clima e solo, conforme descritos a seguir.

- a. Cartografia – a existência de uma base cartográfica compatível com o nível de detalhamento do planejamento proposto é essencial. Um levantamento planialtimétrico detalhado, acompanhado de fotos aéreas,

imagens de satélite e/ou radar de boa resolução e esquemas de campo constituem a base necessária para o planejamento conservacionista.

- b. Estudos pedoambientais – o reconhecimento e a identificação da variabilidade das terras relativas à gênese e à natureza dos solos e suas relações com o ambiente, assim como aquelas relativas ao seu comportamento sob diferentes usos, permitem a caracterização da área de interesse e a sua separação em glebas. As principais características dos solos a serem consideradas são: granulometria (teor de argila, silte e areia), estrutura, porosidade, capacidade de retenção de água, cor, teor de matéria orgânica, capacidade de infiltração de água, compactação, fertilidade natural e atual (pH, nutrientes disponíveis e trocáveis, capacidade de troca de cátions, saturação por bases, acidez trocável, toxicidade por alumínio, salinidade, etc.), forma do relevo e profundidade efetiva do solo. Outras podem ser agregadas em função do uso, como o estágio de degradação, erosão, drenagem, etc. Características do terreno devem ser consideradas neste processo, tais como relevo (forma, declividade, comprimento de rampa, posição, etc.), cobertura vegetal (natural e atual), hidrologia (cursos d'água, drenagem natural, profundidade do lençol freático), rochiosidade, pedregosidade e grau de erosão.

Informação sobre os atributos morfológicos e a caracterização de parâmetros químicos e físicos relacionados aos critérios de distinção são obtidas pela observação de perfis de solo em pontos considerados representativos das glebas (EMBRAPA, 1995; SANTOS et al., 2005; IBGE, 2007). As glebas identificadas podem ser de-

signadas conforme a classe de solo, tendo como base o Sistema Brasileiro de Classificação de Solos (EMBRAPA, 2006). Em seguida, são levantadas as características da paisagem consideradas relevantes, como relevo, cobertura vegetal, estágio de degradação, áreas de preservação, etc. O ZAE da cultura de palma de óleo na Amazônia Legal (Parte 1) contém informações que podem ser complementadas por outros levantamentos existentes a partir de consultas ao GEOPortal, disponibilizado pela EMBRAPA Solos no endereço eletrônico <http://mapoteca.cnps.embrapa.br/>, ou ao portal do IBGE, no endereço <http://www.ibge.gov.br>, entre outros.

- c. Aptidão agrícola das terras (uso potencial) – a partir das características de cada gleba identificada e mapeada, é possível avaliar a aptidão das terras tendo como base, essencialmente, cinco fatores: relevo, água (excesso ou deficiência), fertilidade (disponibilidade de nutrientes ou toxicidade), possibilidade de mecanização e suscetibilidade à erosão. Para isso, é preconizado o uso das regras descritas no Sistema de Avaliação da Aptidão Agrícola das Terras (RAMALHO FILHO; BEEK, 1995). Esse sistema permite classificar as glebas com potencial para a implantação de culturas anuais ou perenes, pastagem, silvicultura ou preservação da biodiversidade.
- d. Áreas de preservação – identificação das glebas a serem destinadas à preservação como Áreas de Preservação Permanente (APPs) e reservas legais, considerando a legislação existente.
- e. Uso atual da terra – identifica o uso atual de cada gleba como agrícola (culturas anuais ou perenes), pecuária (pastos naturais ou plantados),

florestas plantadas, vegetação natural, mananciais hídricos, construções, estradas, etc.

- f. Vulnerabilidade ambiental – o confronto entre o uso atual e o uso potencial define a adequabilidade do uso das terras e, portanto, a vulnerabilidade ambiental de cada gleba identificada, permitindo planejar as ações a serem executadas para garantir o melhor aproveitamento com o menor risco ambiental.

Outros aspectos pedoambientais a serem considerados são:

- Clima – risco climático, eventos e distribuição sazonal de chuvas, médias de temperatura e de umidade relativa, direção e intensidade dos ventos predominantes e fenômenos climatológicos relevantes (chuvas intensas, veranicos, granizo, etc.).
- Hidrologia – recursos hídricos, disponibilidade e qualidade da água superficial e subterrânea, áreas de recarga de aquíferos, etc.
- Vegetação – remanescentes de vegetação natural, espacialização de espécies vegetais em conformidade com as características pedoambientais, etc.
- Relevo – constitui um importante fator a ser considerado, principalmente nas regiões com chuvas altamente erosivas, como em algumas partes da Amazônia. Além de favorecer o processo erosivo, a excessiva declividade das pendentes também aumenta os custos e reduz a eficiência do uso de máquinas agrícolas.
- Infraestrutura – inventário das construções existentes (galpões, terreiros, casas, escolas, etc.), do sistema de captação de água para uso doméstico, das estruturas físicas e de má-

quinas e equipamentos disponíveis para implantação e manutenção das culturas propostas.

O produto final da caracterização da área de interesse é a sua divisão em glebas e a indicação do uso agronomicamente mais apropriado para cada gleba, com especial atenção àquelas onde a implantação de palmares é mais adequada. Em seguida, passa-se ao processo de decisão quanto ao uso a ser dado a cada gleba, visando à diversificação de atividades agrícolas de forma a aumentar a agrobiodiversidade.

2. Definição de práticas de manejo e de conservação do solo e da água

A análise das características das glebas identificadas na área de interesse permite a indicação de práticas mecânicas e vegetativas de conservação do solo e da água e o estabelecimento de sistemas de manejo visando à produção sustentável em cada gleba de maneira integrada. A meta final é a busca de qualidade nas atividades propostas (conservação ambiental, eficiência de produção, impacto ambiental, qualidade de vida dos colaboradores, captura ou sequestro de carbono, adequação à legislação ambiental, etc.).

Entre as práticas de manejo e conservação do solo e da água destacam-se:

- práticas mecânicas utilizadas para: reconstituir as condições do terreno através de estruturas, visando à diminuição do escoamento superficial ou deflúvio e, conseqüentemente, à promoção do acúmulo de água no solo localmente; e racionalizar o traçado de estradas, carreadores, canais escoadouros, bacias de captação de água de estradas e construções rurais, terraços, cordões em nível, plan-

tio e curvas de nível, *mulching* vertical, entre outros;

- práticas vegetativas utilizadas para a manutenção da cobertura viva e/ou morta do solo, visando a sua proteção contra as diferentes formas de erosão, incluindo florestamento e reflorestamento (espécies nativas e/ou exóticas), plantas de cobertura do solo, culturas em faixas, cordões de vegetação permanente, quebra-vento, capina alternada, etc.

A conservação do solo e da água em glebas dedicadas à cultura de palma de óleo com declives menores que 5% requer apenas a utilização de práticas vegetativas como plantas de cobertura e a deposição das folhas da poda nas entrelinhas para o controle da erosão hídrica (QUENCEZ, 1986). Em glebas com declividade entre 5 e 10%, práticas mecânicas, como a construção de terraços em curva de nível, são necessárias para o efetivo controle da erosão, conservando o dispositivo de plantio em linha e a cobertura permanente do solo com leguminosas ou gramíneas (Figura 2). Em glebas com declives entre 10 e 20%, pode-se recorrer ao preparo manual de terraços individuais de formato circular com diâmetro de 4 metros a fim de facilitar a exploração futura das palmeiras (TAILLEZ, 1975; CALIMAN; KOCHKO, 1987).

Com a adoção de práticas conservacionistas na implantação dos palmares, como a ausência de revolvimento do solo (restrita às covas) e a implantação (anterior ao plantio) de culturas de cobertura do solo, preferencialmente gramíneas, as práticas mecânicas recomendadas (terraçamento) podem ser adotadas em terrenos com declive acima de 10%. Terraços individuais podem ser adotados quando a declividade ultrapassar 20%.



Figura 2 – Palmar com cobertura permanente do solo de gramíneas (Foto: Pedro Luiz de Freitas)

3. Proposta de exploração sustentável

Define as ações a serem implementadas em toda a área de interesse da maneira mais integrada possível, com detalhamento do uso (tipo de atividade) e das espécies que ocuparão cada gleba. Isso requer a tomada de decisão, em particular, a respeito das glebas onde serão implantados os palmares, ou da localização de usinas de extração de óleo de palma, quando for o caso. A proposta deve incluir, notadamente, o aproveitamento de terras esgotadas, a recuperação de áreas degradadas, a manutenção de áreas de preservação da flora e da fauna e a viabilidade de sistemas de irrigação em áreas com restrições climáticas indicadas pelo ZAE.

A implantação das tarefas relacionadas no plano conservacionista acontece em paralelo com o planejamento específico das áreas de implantação dos palmares, que inclui as etapas listadas a seguir, objeto dos próximos capítulos:

- seleção de variedades de palma de óleo mais indicadas para a região e produção de mudas de qualidade;

- avaliação da fertilidade dos solos das glebas selecionadas, com base em caracterização analítica para uma aplicação adequada de corretivos e adubos;
- revolvimento mínimo do solo, de preferência com mobilização apenas nas linhas de plantio ou somente com a abertura de covas;
- plantio em nível e em quincôncio¹;
- aproveitamento dos resíduos disponíveis;
- manejo integrado de pragas, doenças e plantas daninhas;
- monitoramento frequente de indicadores econômicos e ambientais.

Informações complementares sobre a implantação de palmares podem ser encontradas em publicações nacionais (MÜLLER, 1980; VIÉGAS e MÜLLER, 2000) e internacionais (HARTLEY, 1970; CORLEY e THINKER, 2003; FAIRHURST e HÄRDTER, 2003).

¹ Quincôncio: plantio na forma de triângulo equilátero, mantendo a distância entre plantas de 9m e uma distância entre linhas de 7,8m, dependendo do material genético (mais informações nos capítulos seguintes).

Referências bibliográficas

AGÊNCIA NACIONAL DAS ÁGUAS. **Programa produtor de água**. Disponível em: <<http://www.ana.gov.br/produagua/>>. Acesso em: 02 de abr. 2010.

BASSI, L. **Impactos sociais, econômicos e ambientais na microbacia hidrográfica do Lajeado - São José, Chapecó, SC**. Chapecó: BIRD, 1998. 47 p. Mimeografado. SDA/EPAGRI/Projeto microbacias BIRD/Sub-projeto monitoramento hídrico.

BRAGAGNOLO, N.; PAN, W.; THOMAS, J. C. **Solo: uma experiência em manejo e conservação**. Curitiba: Ed. do Autor, 1997. 102 p.

BRASIL. Ministério do Meio Ambiente. **Programa Zoneamento Ecológico-Econômico: diretrizes metodológicas para o Zoneamento Ecológico-Econômico do Brasil**. Brasília: MMA; SDS, 2001.

CALIMAN, J.P.; KOCHO, P. **Quelques techniques culturales et aménagements spéciaux réalisables en plantation de palmiers à huile pour limiter l'érosion et le ruissellement**. *Oleagineux*, 42 (3): 99-106, 1987.

CORLEY, R. H. V.; THINKER, P. B. **The oil palm**. 4. ed. Oxford: Blackwell Sciences, 2003. 562 p.

EMBRAPA SOLOS. **Sistema Brasileiro de Classificação de Solos**. 2. ed. Rio de Janeiro: Embrapa Solos, 2006. 306 p.

EMBRAPA. **Procedimentos normativos de levantamentos pedológicos**. Rio de Janeiro, 1995. 101 p.

FAIRHURST, T.; HÄRDTER, R. (Ed). **Oil palm: management for large and sustainable yields**. Singapore: PPI-PPIC; IPI, 2003. 384 p. 2003. (Second print).

FREITAS, P.L. de. **Contribuição do uso da terra e do manejo do solo para a recarga de aquíferos**. Rio de Janeiro: Embrapa Solos, 2005. 4 p. (Embrapa Solos. Comunicado Técnico, 32).

HARTLEY C. W. S. **The oil palm (*Elaeis guineensis* Jacq)**. London: Longman. 1970. 706 p.

IBGE. **Manual técnico de pedologia**. Rio de Janeiro: IBGE. 2007. 316 p. (Manuais técnicos em geociências, 4)

LANDERS, J. N.; BARROS, G. S.; ROCHA, M. T.; MANFRINATO, W. A.; WEISS, J. Environmental impacts of zero tillage in Brazil: a first approximation. In: WORLD CONGRESS ON CONSERVATION AGRICULTURE, 1., 2001, Madri. **Abstracts...** Madrid, Espanha: ECAF; FAO, 2001. v. 1. p. 164-175.

MÜLLER, A. A. **A cultura de dendê**. Belém: EMBRAPA-CPATU, 1980. 23 p.

QUENCEZ P. **Utilisation des palmes pour lutter contre l'érosion en plantation de palmiers à huile**. *Oleagineux*, Paris, v. 41, n.7, p. 315-317. 1986.

RAMALHO FILHO, A.; BEEK, K. J. **Sistema de avaliação agrícola das terras**. 3. ed. Rio de Janeiro: EMBRAPA-CNPIS, 1995. 65 p.

SANTOS, R. D.; LEMOS, R. C.; SANTOS, H. G.; KER, J. C.; ANJOS, L. H. C. **Manual de descrição e coleta de solo no campo**. 5. ed. [Viçosa]: SBCS; Rio de Janeiro: Embrapa Solos, 2005. 92 p.

TAILLEZ, B. **Aménagement des terrains vallonnés et accidentés pour la plantation de palmier à huile**. *Oléagineux*, v. 30, v. 6, p. 299-302. 1975.

VIÉGAS, I. de J. M.; MÜLLER, A. A. **A cultura do dendezeiro na Amazônia brasileira**. Belém: Embrapa Amazônia Oriental; Manaus: Embrapa Amazônia Ocidental, 2000. 374 p.

Aspectos gerais sobre a fenologia da cultura da palma de óleo

Antonio Agostinho Müller e Emeleocípio Botelho de Andrade

1. Introdução

O estudo da cronologia dos eventos biológicos recorrentes, considerando as forças bióticas e abióticas, as suas interações e as relações entre suas fases, é o que se denomina fenologia. Permite conhecer o ciclo de crescimento das plantas e o seu comportamento reprodutivo, importantes para a definição do melhor manejo para as culturas. Exige, portanto, conhecer aspectos da morfologia da espécie e sua interação com os fatores ambientais.

2. Morfologia e crescimento da palma de óleo

O dendezeiro (*Elaeis guineensis* Jacq.), atualmente conhecido como palma de óleo, tem seu provável centro de dispersão no golfo da Guiné, que é uma grande reentrância na costa ocidental africana. Seu habitat natural é à margem dos grandes rios do oeste e do centro da África. Foi introduzido pela primeira vez no Brasil pelos escravos, formando algumas populações subespontâneas no Rio de Janeiro e na Bahia.

É uma monocotiledônea da família das *Arecaceae*. Algumas classificações se baseiam, principalmente, na transmissão hereditária de forma, coloração e composição do fruto e forma das folhas (VANDERWEIEN, 1952). A mais importante é aquela que classifica as plantas de palma de óleo de acordo com a espessura do endocarpo do fruto. Podem ser de três tipos: **Dura**, com endocarpo de espessura superior a 2 mm e fibras dispersas no mesocarpo; **Tenera**, com espessura do endocarpo menor que 2 mm e com um anel de fibras ao seu redor (origina-se do cruzamento entre Dura x Pisífera); **Pisífera**, que não possui endocarpo, tendo em seu lugar um fino anel de fibras. É essencialmente nesses três tipos de fruto que se baseia o melhoramento genético para a produção de óleo contido no mesocarpo (polpa) do fruto. O tipo Dura Deli ocorre na Sumatra (Indonésia) e se caracteriza por elevado teor (60-65%) de polpa por fruto (VALLEJO, 1978).

2.1. Semente

A semente da palma de óleo é uma noz constituída de um endocarpo e uma amêndoa (endosperma). As sementes apresentam normalmente três poros germinativos correspondentes às três partes do ovário tricarpelar. O número de poros funcionais depende do número de amêndoas desenvolvidas. Ovários

anormais podem originar quatro ou mais amêndoas.

A amêndoa tem a forma ovoide, ocupa toda a cavidade do endocarpo e é composta de um fino tegumento de cor amarelada, que se torna negro quando seco. O albúmen, de onde se extrai o óleo de amêndoa ou de palmiste, é composto de uma cartilagem oleosa, em cujo centro há uma fenda. O embrião, medindo de 4 a 5 mm de comprimento, é reto e fica embutido em uma pequena cavidade do endosperma, sem ter comunicação com a fenda. O embrião fica abaixo do poro germinativo.

Figura 1 – Sementes de palma de óleo germinando

(Fonte: Embrapa Amazônia Ocidental)



2.2. Plântula

Segundo Surre e Ziller (1969), quando ocorre a germinação, o embrião rompe o tegumento e empurra para fora o tampão de fibras que cobre o poro germinativo, formando um botão chamado hipocótilo. Deste emergem, rapidamente, tanto a radícula quanto a plúmula. A plântula se nutre do endosperma até os quatro meses, quando o haustório absorve completamente o endosperma. A partir daí, a plântula é capaz de se desenvolver e absorver os nutrientes do solo.

A radícula emerge primeiro, seguida da plúmula. As primeiras raízes adventícias são emitidas de um anel no ponto de união do hipocótilo com a radícula. Daí se originam as raízes secundárias, antes

da emissão da primeira folha. A radícula cresce até os seis meses, alcançando 15 cm, quando começam a se desenvolver as verdadeiras raízes primárias.

A primeira folha verde emerge um mês após a germinação, depois de ter produzido duas folhas pequenas a partir da plúmula. Nos seis meses iniciais, é emitida, geralmente, uma folha por mês. Após três ou quatro meses, a base da plântula se converte em um bulbo do qual emergem as primeiras raízes primárias e secundárias. As raízes primárias crescem em um ângulo de 45 graus em relação à vertical e as secundárias emergem em todas as direções. As primeiras folhas que se formam no pré-viveiro são lanceoladas, depois se formam as folhas bifurcadas e, posteriormente, as folhas penadas.

2.3. O ápice meristemático e o crescimento do estipe

A palma de óleo tem somente um ponto de crescimento aéreo: o meristema apical. Este dá origem a estipe, folhas, inflorescências e infrutescências. Esse ponto de crescimento está localizado na parte central do ápice do estipe, em uma depressão côncava que mede de 10 a 12 cm de diâmetro e tem de 2,5 a 4,0 cm de profundidade em palmeiras adultas. O ápice tem a forma de um cone e está embutido na coroa da palmeira, formando um tecido suave na base das folhas jovens que estão sobrepostas umas às outras, desenvolvendo o que se denomina palmito. Dentro da palmeira adulta geralmente se encontram mais de 50 folhas em formação, desde o centro da depressão até o ponto mais alto, onde as folhas jovens ainda não sofreram o processo de desenvolvimento rápido para se tornarem a “flecha” (SURRE; ZILLER, 1969).

O estipe, em sua fase inicial de crescimento, se desenvolve por mais ou menos três anos no sentido transversal para for-

mar o bulbo. É sobre ele que o estipe se firma e cresce verticalmente. Nessa fase inicial, ele toma a forma de um cone invertido (VALLEJO, 1978). As bases das folhas permanecem aderidas ao estipe por, pelo menos, 12 anos, em função de fatores climáticos. O estipe cilíndrico, com diâmetro entre 20 e 75 cm, torna-se desnudo e com cicatrizes após a decomposição e queda das bases foliares (CÔTE D'IVOIRE, 1980).

Em condições normais de cultivo, o estipe cresce, em altura, entre 25 e 50 cm por ano, dependendo do material genético utilizado. À medida que o estipe cresce afastando os dois órgãos vitais da palma de óleo – bulbo e meristema apical –, os efeitos do clima sobre a produção são atenuados ou diluídos no tempo.

2.4. As folhas

O estipe de uma palmeira adulta é coroado por um penacho de 30 a 50 folhas, cada uma medindo de 5 a 8 metros e pesando de 5 a 8 quilos. A folha da palma de óleo é penada e composta por três partes: pecíolo, ráquis e folíolos. O pecíolo fica aderido ao estipe, mede 1,5 m de comprimento, tem a face inferior arredondada e a superior lisa, e é guarnecido por espinhos nas laterais. A ráquis, medindo de 3,5 a 6,5 m de comprimento, suporta os folíolos em número de 200 a 350, dispostos de ambos os lados. Os folíolos da parte média da ráquis são maiores e medem até 1,20 m de comprimento por 5 a 6 cm de largura (HARTLEY, 1983).

Os estudos determinaram que desde a formação da gema ou primórdio foliar até a morte da folha decorrem cerca de quatro anos (SURRE; ZILLER, 1969). Nesse período, a folha passa por três fases. A fase juvenil, de 24 meses, compreende do primórdio até o período que antecede o alongamento rápido. Essa fase ocorre no interior da palmeira (palmito). A segunda fase, de alongamento rápido, dura poucos

dias e corresponde à passagem da folha de alguns centímetros para 5 ou 6 metros de comprimento, até se transformar em “flecha”. Na fase adulta, com duração de 20 meses, a folha abre os folíolos (desabrocha) e se torna funcional. A abertura dos folíolos é atrasada durante o período seco, em que a planta mostra várias flechas ao mesmo tempo, reduzindo a produção de folhas. Uma distribuição uniforme de chuvas ao longo do ano aliada à alta densidade de luz eleva a produção de folhas (VARGAS, 1978).

Em média, uma planta de palma de óleo com 6 ou 7 anos produz cerca de 30 folhas ao ano, diminuindo gradualmente com a idade até atingir 20 folhas ao ano. Os fatores genéticos e ambientais têm importante papel na produção de folhas. As palmeiras tipo Dura produzem menos folhas que as tipo Tenera, as quais produzem menos folhas que as tipo Pisífera. Ambientes apresentando períodos secos definidos condicionam menor produção de folhas do que locais com precipitação pluviométrica mais intensa e uniforme. Por consequência, influenciam na maior ou menor altura do estipe. A produção de folhas determina a produção potencial de inflorescências. Os fatores que afetam a produção de folhas afetarão a produção de cachos, uma vez que o primórdio da inflorescência é produzido na axila de cada folha (SURRE; ZILLER, 1969).

A disposição das folhas em relação ao eixo vertical da palmeira é denominado filotaxia. Na palma de óleo, sua forma é em espiral. Duas espirais de folhas apresentam-se bem distintas: aquela composta por oito folhas em uma direção e aquela composta por 13 folhas em direção diferente. As folhas são numeradas do centro para a periferia da coroa foliar. A folha número 1 corresponde àquela com os folíolos mais recentemente abertos. Assim, a folha seguinte, na próxima espiral, é a folha nú-

mero 9 e a seguinte, a 17. O conhecimento dessa numeração é importante para amostragens com finalidades fitossanitárias e nutricionais da palma de óleo.

2.5. Sistema radicular

As raízes são do tipo fasciculado e se desenvolvem a partir do bulbo, órgão de 80 cm de diâmetro e profundidade de 40 a 50 cm, localizado na base do estipe. De toda a superfície do bulbo partem raízes primárias que, em sua maior parte, estendem-se horizontalmente, paralelas à superfície do solo, predominando nos primeiros 50 cm.

Algumas raízes primárias são lançadas diretamente para baixo, aprofundando-se no solo, servindo para fixar a planta e captar água do lençol freático. As raízes primárias são pouco sinuosas, com diâmetro quase constante de 4 a 9 mm, medem de menos de 1 até 20 m e quase não se ramificam. Por serem na maioria lignificadas, não possuem capacidade de absorção (VALLEJO, 1978; CÔTE D'IVOIRE, 1980; JOURDAN et al., 2000).

A rápida lignificação dos tecidos radiculares induz uma constante renovação do sistema radicular. As raízes primárias maio-

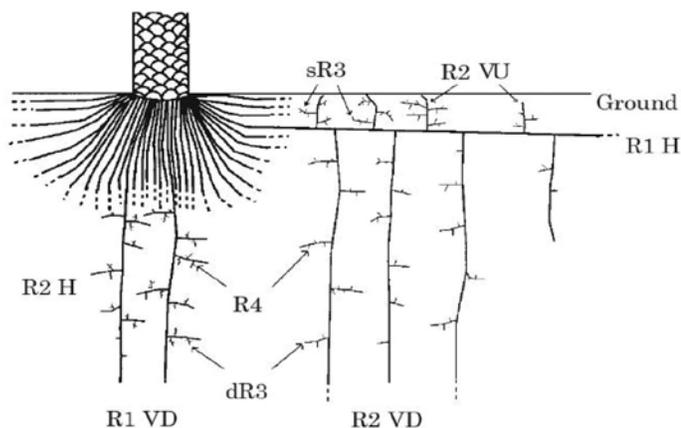
res emitem raízes secundárias no sentido ascendente, as quais, quando ainda não lignificadas, podem realizar absorção. As raízes secundárias emitem raízes terciárias com cerca de 10 cm de comprimento, as quais emitem as quaternárias com 5 a 10 mm de comprimento. As raízes da palma de óleo não possuem pelos absorventes, e as raízes terciárias e quaternárias exercem a função de absorção de água e nutrientes. As raízes das palmeiras possuem pneumatóforos, que servem para armazenar e renovar o ar em seu interior.

A densidade de raízes diminui do bulbo para a periferia. Tem-se encontrado maior número de raízes absorventes nas zonas de maior concentração de matéria orgânica em decomposição, principalmente nos empilhamentos onde se depositam as folhas podadas das plantas de palma de óleo.

2.6. Floração e frutificação

A palma de óleo é uma planta monoica, ou seja, apresenta flores masculinas e femininas na mesma planta. Na axila de cada folha desenvolve-se uma gema floral que pode transformar-se em inflorescência masculina, feminina ou

Figura 2 – Diagrama do sistema radicular de uma planta de palma de óleo adulta (JOURDAN et al., 2000)



Legenda: R1 VD = raízes primárias com crescimento vertical voltado para baixo; R1 H = raízes primárias com crescimento horizontal; R2 VD = raízes secundárias com crescimento vertical voltado para baixo; R2 VU = raízes secundárias com crescimento vertical voltado para cima; R2 H = raízes secundárias geralmente com crescimento horizontal; sR3 = raízes terciárias superficiais; dR3 = raízes terciárias profundas; R4 = raízes quaternárias

hermafrodita. Quando uma inflorescência se desenvolve para um sexo, o outro permanece rudimentar.

A inflorescência é uma espádice composta por um pedúnculo fibroso, uma ráquis central onde estão dispostas as espigas em espirais. Antes da antese, as inflorescências são cobertas por espatas coriáceas, uma interna e outra externa, que se rompem nessa ocasião. Algumas vezes, as espatas não se abrem suficientemente, ocasionando baixa produção de frutos normais devido à má polinização (HARTLEY, 1983).

Em uma mesma palmeira, as inflorescências masculinas e femininas são produzidas em ciclos alternados de duração variável. Quando as palmeiras são jovens e durante os períodos de transição sexual, é comum o aparecimento de inflorescências hermafroditas ou mistas que apresentam diferentes proporções de espigas masculinas e femininas. Ocasionalmente surgem, em plantas jovens, inflorescências andromorfas em cujas espigas a estrutura é masculina, mas as flores que se desenvolvem são femininas, podendo originar pequenos frutos. O aborto de uma inflorescência, que normalmente ocorre na ocasião do crescimento rápido, por falta de água e nutrientes, se traduz em ausência de inflorescência na axila da folha no momento da antese (SURRE; ZILLER, 1969).

O número de folhas é o mesmo das inflorescências, uma vez que se formam juntas. No nível meristemático, folha e inflorescência, desde a fase de gema visível, atingem o estado de flecha em dois anos. Desse ponto à antese decorrem 9 a 10 meses; da iniciação floral à antese, 33 meses; e de cinco a seis meses da antese à maturação dos frutos. Os estudos indicam que, da diferenciação sexual à antese decorrem 14 meses. A inflorescência torna-se visível ao atingir a posição da folha número 7. A

antese ocorre entre as posições de folhas números 17 e 20 (VALLEJO, 1978).

A razão sexual, isto é, a relação entre o número de inflorescências femininas e o número total de inflorescências, é fortemente influenciada por fatores ambientais. Palmeiras sob sombreamento, demasiadamente podadas ou doentes que apresentam reduzida superfície de folhas mostram alta proporção de inflorescências masculinas 24 meses após esses acontecimentos (VARGAS, 1978).

2.6.1. Inflorescência feminina e flores femininas

A inflorescência feminina pode alcançar 30 cm de comprimento antes da antese. As flores femininas encontram-se dispostas em espiral em torno das espigas. As espigas medianas da inflorescência possuem maior número de flores que as espigas superiores ou inferiores. Cada flor está embutida em uma cavidade ou alvéolo formado por uma bráctea terminada em espinho. Cada espiga também termina em um espinho. Cada inflorescência pode conter milhares de flores (CÔTE D'IVOIRE, 1980).

Em uma inflorescência feminina, um alvéolo contém uma flor feminina e duas flores masculinas acompanhantes que, normalmente, abortam. O ovário é tricarpelar e o gineceu é rudimentar, ambos circundados por um perianto duplo composto por seis segmentos sepaloides. O estigma é sésil com três lóbulos pilosos.

Ambientes com períodos de secas definidas induzem a formação de inflorescências masculinas. Inversamente, as chuvas favorecem a formação de inflorescências femininas (VARGAS, 1978).

2.6.2. Inflorescência masculina e flores masculinas

A inflorescência masculina é composta por um pedúnculo mais comprido que

aquele da inflorescência feminina e possui, pelo menos, 100 espigas. As espigas, em forma de dedos, medem de 10 a 20 cm de comprimento, abrigando uma média de 1.000 flores masculinas. Antes da antese, as flores estão fechadas em uma bráctea triangular. Cada flor masculina consta de um perianto de seis segmentos, um androceu tubular com seis anteras e um gineceu rudimentar. O período da antese é de dois a quatro dias, dependendo da chuva. Cada inflorescência masculina pode produzir de 25 a 60 gramas de pólen (SURRE; ZILLER, 1969).

Figura 3 – Inflorescência masculina (acima) e feminina (abaixo) da palma de óleo
(Fonte: IRHO/CIRAD)



Reduções na intensidade de luz provocam maior formação de inflorescências masculinas. Dessa forma, o sombreamento ou a redução da área foliar por pragas ou doenças, ou, ainda, uma poda severa tendem a promover a formação de mais inflorescências masculinas (VARGAS, 1978).

2.6.3. Polinização

A polinização da palma de óleo é realizada principalmente por insetos. Elevadas taxas de frutificação nos cachos necessitam de boa disponibilidade de pólen e significativa população de insetos polinizadores. Entre os principais insetos polinizadores, os coleópteros do gênero *Elaeidobius* são os mais importantes, sendo a espécie mais eficaz o *Elaeidobius kamerunicus*, introduzida da África pela Embrapa (VIÉGAS; MÜLLER, 2000).

Em condições ambientais favoráveis e com material vegetal produtivo e, principalmente, no período jovem, praticamente todas as palmeiras entram em ciclo feminino simultaneamente, havendo muito poucas inflorescências masculinas. Isso provoca baixa população de polinizadores e pouco pólen, se traduzindo em cachos abortivos ou malformados (VARGAS, 1978).

2.6.4. Frutificação e cacho de frutos

O cacho da palma de óleo tem o período completo de formação entre cinco e seis meses após a fecundação das flores femininas. O cacho apresenta forma ovoide, podendo alcançar 50 cm de comprimento e 35 cm de largura. O peso dos cachos pode variar de 3 a 50 quilos, com uma média de 30 quilos, dependendo da idade da planta e das condições ambientais. A quantidade média de frutos em um cacho é de 1.500, representando de 60 a 70% do peso do cacho.

O fruto é uma drupa séssil de forma ovoide com comprimento variando de 2 a 5 centímetros e pesando de 3 a 30 gramas. Da superfície para o interior, o fruto é composto das seguintes camadas: **epicarpo**, cutinizado, liso, brilhante e fino; **mesocarpo**, onde se concentra o óleo de palma amarelo-alaranjado, muito oleoso, contendo fibras cujos feixes se adensam nas proximidades do

endocarpo; **endocarpo**, esclerificado, negro, muito duro e envolvido por fibras; e o **endosperma**, de forma ovoide, que ocupa toda a cavidade do endocarpo. O endosperma, depois de seco, é conhecido como palmiste, onde se concentra o óleo de palmiste (CÔTE D'IVOIRE, 1980).

3. Requerimentos ecológicos

As quase nove décadas de estudos e pesquisas sobre a palma de óleo conferiram ao seu sistema produtivo um status tecnológico apreciável (BLAAK, 1965). Por conseguinte, de elevado custo financeiro. Entre as inovações tecnológicas, merece destaque o desenvolvimento de cultivares com características geneticamente superiores (produtividade, resistência aos agentes bióticos patogênicos, qualidade do óleo, porte da planta, etc.) (BEIRNAERT; VANDERWEYN, 1941).

A expressão fenotípica dos seres vivos é o resultado da interação de sua carga genética com as condições do ambiente em que se desenvolve. No cultivo da palma de óleo, cuja vida útil se estende, em média, por 25 anos, a expressão do potencial produtivo das cultivares está na dependência direta da interação com as condições do ambiente. Um cultivo perene de elevado custo de implantação (US\$ 3.000,00 por ha, incluindo a usina) deve merecer o máximo de atenção na escolha da área onde será implantado. Entre os fatores ambientais, os de maior relevância para o cultivo da palma de óleo são clima e solo.

3.1. Clima

O clima é o resultado da variação de ocorrências periódicas dos fenômenos atmosféricos (precipitação pluviométrica,

temperatura, umidade, vento, entre outros). Dada sua origem tropical, na costa africana, é nessa faixa do globo que se desenvolvem os principais sistemas racionais de plantio dessa palmeira. As condições climáticas ideais para a palma de óleo estão descritas a seguir.

3.1.1. Precipitação pluviométrica

As chuvas devem ser bem distribuídas no decorrer do ano, sem a ocorrência de estações secas definidas, com média de 2.000 mm. Nos meses menos chuvosos, a pluviometria não deve, preferencialmente, ser inferior a 100 mm e não deve superar três meses. Evidentemente, grande parte das regiões de cultivo não apresenta todas essas condições ideais. A Figura 4 mostra três locais de plantio de palma de óleo com diferentes quantidades e distribuições de chuva durante o ano.

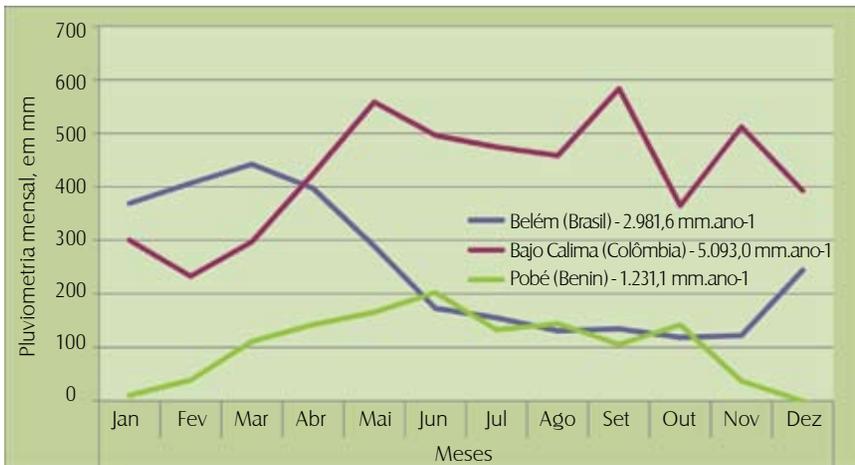
A quantidade de água que chega ao solo não é o único fator a ser observado. Estudos mais completos que considerem a evapotranspiração e a capacidade maior ou menor do solo em estocar água devem ser cuidadosamente realizados. Dependendo do fator climático em deficiência, as respostas se manifestam sobre o desempenho produtivo das plantas.

Déficits hídricos acumulados acima de 60 dias ocasionam redução no aparecimento de folhas novas, aumento da emissão de inflorescências masculinas e diminuição do peso médio dos cachos, com acentuado reflexo na produtividade (OLIVIN, 1966). Em Pobé (Benin, África), dentro de certos limites, observou-se a redução de produtividade de 30 para 10 t.ha⁻¹.ano⁻¹, quando o déficit hídrico médio anual elevou-se de 0 para 600 mm (MAILLARD et al., 1974).

3.1.2. Insolação

O brilho solar não deve ser inferior a cinco horas diárias durante todo o ano,

Figura 4 – Precipitação pluviométrica mensal em três locais de plantio de palma de óleo
(adaptado de HARTLEY, 1983)



podendo atingir sete horas por dia em alguns meses. Esse fator está relacionado com a precipitação pluviométrica. Regiões mais chuvosas tendem a apresentar menos horas de brilho solar devido às nuvens. Regiões com 1.500 horas/ano de insolação podem ser limitantes para o sucesso de um palmeiral. A relação estreita desse fator com a fotossíntese implica em efeitos sobre a maturação dos cachos e na porcentagem de óleo no fruto. Porém, de maior importância é a amplitude do espectro luminoso e sua intensidade. Existem regiões com produtividades economicamente compensadoras, cuja insolação é de 900 horas/ano, compensadas que são pela disponibilidade de água e nutrientes.

3.1.3. Temperatura

A temperatura máxima média de 29 a 33°C e mínima média de 22 a 24°C são intervalos recomendáveis. A temperatura na faixa tropical não apresenta grandes variações. A diferença entre as médias dos meses mais quentes e dos mais frios não ultrapassa 3°C. Temperaturas acima de 38°C e abaixo de 14°C são raras. Em plantas jovens, o crescimento é totalmente

inibido em temperaturas abaixo de 15°C. Baixas temperaturas ocasionam aborto de cachos antes da antese (FERWERDA, 1977). As maiores produtividades ocorrem em regiões com menores diferenças entre as temperaturas médias mensais.

3.2. Solos

Sendo a base de sustentação dos cultivos, a qualidade dos solos desempenha um papel fundamental para o sucesso dos investimentos agrícolas. Entre as características componentes dos solos, merecem destaque as descritas a seguir.

3.2.1. Relevo

As plantações de palma de óleo, em geral, ocupam largas extensões de terreno em regiões de elevada precipitação pluviométrica. Solos que apresentem relevo de plano a suave ondulado são os mais recomendados. Topografias acidentadas, acima de 5%, favorecem a erosão e exigem cuidados especiais, como a construção onerosa de terraços. Plantios em curva de nível são indicados para solos entre 2 e 5% de declividade. Solos com declividades superiores a 10% devem ser evitados.

Plantas de cobertura são recomendadas e podem, em solos com declividades abaixo de 5%, tornar os efeitos da erosão nulos. Espécies como a leguminosa *Pueraria phaseoloides*, quando bem conduzidas, formam profusa massa verde que, além da contribuição com o teor de nitrogênio, protegem o solo contra os efeitos da erosão laminar e mantêm a umidade do solo nas épocas mais secas.

3.2.2. Estrutura

Solos profundos, sem camadas de impedimento e de boa permeabilidade são os indicados para o cultivo da palma de óleo. A maioria dos latossolos e argissolos que ocorrem na Amazônia é adequada. Esses solos, devido ao seu relativamente elevado teor de argila, são profundos (geralmente inferiores a 1,5 m de profundidade) e sem compactação.

A compactação impede o pleno crescimento do sistema radicular fasciculado das plantas de palma de óleo. Na Costa do Marfim, observou-se que a compactação do solo reduz de 20 a 30% o potencial de produção das plantas e induz a uma menor resistência à seca e a um fechamento precoce dos estômatos em virtude da menor retenção de água nos horizontes superficiais do solo. Solos com teores de argila inferiores a 20% não são recomendáveis.

3.2.3. Fertilidade

A palma de óleo pode ser cultivada em solos originalmente de baixa fertilidade, desde que devidamente corrigidos por adubação equilibrada. As plantas são tolerantes à acidez do solo e à toxidez do alumínio. Solos naturalmente férteis obviamente apresentarão melhor desempenho competitivo.

Considerando a baixa fertilidade nativa dos solos amazônicos, onde o nível de bases trocáveis é baixo, sua complementação é fundamental. Os baixos teores de fósforo devem ser superados com a adição desse elemento, tendo em vista as pesquisas o indicarem como elemento limitante para o desenvolvimento dessa palmeira.

3.3. Vegetação

O revestimento florístico de uma área pode ser um bom indicativo de suas condições ambientais. Regiões com vegetação pouco adensada (caatinga) ou constituída de plantas rasteiras, como as gramíneas (cerrados), revelam acentuada deficiência hídrica. Plantas raquíticas podem indicar solos com ausência de elementos químicos essenciais para o seu desenvolvimento. Algumas plantas são indicadoras de solos sujeitos ao encharcamento e outras indicam proximidade de água, como as palmáceas. Regiões com grande densidade de massa verde, como as florestadas, podem ser indício da ocorrência de água em abundância e solos com boas propriedades físicas, nem sempre as químicas.

No Brasil, em especial na Amazônia, as áreas florestadas devem ser evitadas para a implantação de cultivos devido ao seu importante papel como reguladoras dos ciclos hidrológicos e de movimento de massas de ar em caráter planetário. Além disso, a fantástica diversidade biológica ainda é muito pouco conhecida cientificamente e deve contribuir de forma insuspeitada com fármacos de elevado valor para o bem da humanidade. E, principalmente, dos quase 50 milhões de hectares já desmatados nessa região, pelo menos 20 milhões encontram-se subaproveitados ou abandonados e podem ser facilmente recuperados com as inovações tecnológicas hoje disponíveis.

4. Referências bibliográficas

BEIRNAERT, A.; VANDERWEYN, R. **Contribution à l'étude génétique et biométrique des variétés d'*Elaeis guineensis* Jacq.** Gembloux: INEAC, 1941. 101 p. (INEAC. Scientifique, 27).

BLAAK, G. Breeding and inheritance in the oil palm: III. Yield selection and inheritance. **J. Nig. Inst. Oil Palm Research**. v. 4, n. 15, p. 265-283. 1965.

CÔTE D'IVOIRE. Ministère de la Recherche Scientifique. **Le palmier à huile**. La Me: Ministère de la Recherche Scientifique: IRHO, 1980. 67 p. v. 1.

FERWERDA J. D. Oil palm. In: ALVIM, P. T.; KOZLOWSKI, T. T. (Ed.). **Ecophysiology of tropical crops**. London: Academic Press, 1977. p.351-383.

HARTLEY, C. W. S. **La palma de aceite**. México: CECSA, 1983. 958 p.

JOURDAN, C.; MICHAUX-FERRIÈRE, N.; PERBAL, G. Root system architecture and gravitropism in the oil palm. **Annals of Botany**, v. 85, p. 861-868, 2000.

MAILLARD, G.; DANIEL, C.; OCHS, R. Analyse des effets de la sécheresse sur le palmier à huile. **Oléagineux**, v. 29, n. 8/9, p.397-404, 1974.

OLMIN, J. Pointe annuelle de production des palmiers au Dahomey et cycle annuel de développement du palmier à huile. **Oléagineux**, v. 21, n. 6, p.351-354, 1966.

SURRE, C.; ZILLER, R. **La palmera de aceite**. Barcelona: Ed. Blume, 1969. 243 p.

VALLEJO, G. Botánica. In: VALLEJO, G.; FIGUEREDO, P.; ROJAS, L.; MUÑOZ, R.; MENA, E.; CRUZ, R.; GENTY, P.; SANCHES, A.; LOWE, J.; ARAGON, J. **Palma Africana de aceite**. Palmira: ICA, 1978. 455 p. (Manual de Asistencia Técnica, 22) p. 25-53.

VANDERWEYEN, R. **Notions de culture de l'elaeis au Congo Belge**. Bruxelles: Direction de l'Agriculture, des Forêts, des Elevages et de La Colonization. 1952. 292 p.

VARGAS, P. F. Factores que afectan el crecimiento, floración y producción. In: VALLEJO, G.; FIGUEREDO, P.; ROJAS, L.; MUÑOZ, R.; MENA, E.; CRUZ, R.; GENTY, P.; SANCHES, A.; LOWE, J.; ARAGON, J. **Palma Africana de aceite**. Palmira: ICA, 1978. 455p. (Manual de Asistencia Técnica, 22) p. 69-96.

VIÉGAS, I. de J. M.; MÜLLER, A. A. **A cultura do dendezeiro na Amazônia brasileira**. Belém: Embrapa Amazônia Oriental; Manaus: Embrapa Amazônia Ocidental, 2000. 374 p.

Material genético utilizado para a produção sustentável da cultura da palma de óleo na Amazônia

Raimundo Nonato Vieira da Cunha, Ricardo Lopes, Rui Alberto Gomes Júnior, Maria do Rosário Lobato Rodrigues, Paulo César Teixeira, Raimundo Nonato Carvalho da Rocha e Wanderlei Antônio Alves de Lima

Por se tratar de uma espécie perene, com expectativa de exploração de plantios comerciais por pelo menos 25 anos, deve-se dar atenção especial ao material genético utilizado no plantio de palma de óleo (dendezeiro). Após a aquisição das sementes, serão dedicados de 10 a 12 meses para a formação de mudas e de 30 a 36 meses para a manutenção no campo (roçagem, coroamento, adubação, poda e controle de pragas e doenças) até o início da colheita para fins comerciais; ou seja, serão investidos aproximadamente quatro anos e entre R\$ 4.500,00 e R\$ 7.000,00 por hectare até que as plantas entrem na fase de produção comercial. Esse investimento pode ser comprometido se o material genético utilizado não apresentar adaptação às condições pedoclimáticas locais, garantindo níveis de produtividade que ofereçam rentabilidade adequada ao investimento realizado pelo produtor.

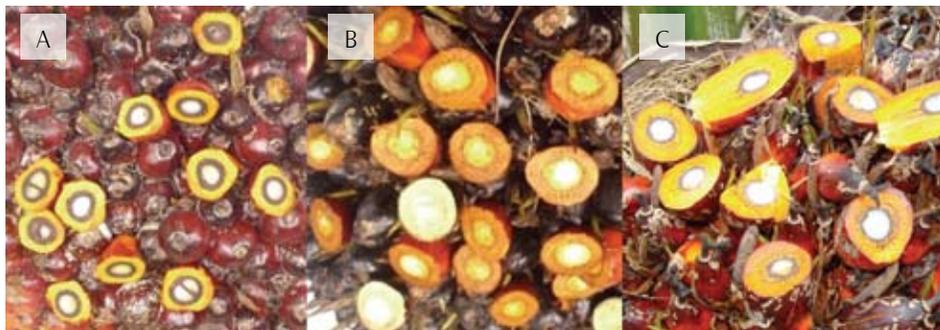
Deve-se adquirir sementes de cultivares com desempenho comprovado nas condições ambientais de plantio, oriundas de programas de melhoramento genético e produção de sementes idôneos e registrados no Registro Nacional de Cultivares

(RNC) do Ministério da Agricultura, Pecuária e Abastecimento (MAPA).

Os plantios comerciais são estabelecidos com cultivares do tipo **Tenera**, classificação realizada em função da espessura do endocarpo dos frutos. A espessura do endocarpo é uma característica monogênica (BEINAERT; VANDERWEYEN, 1941), ou seja, controlada por apenas um loco genético. A partir dessa característica, foram definidos o tipo de material cultivado comercialmente e os métodos de melhoramento utilizados para obtê-lo.

Como já foi citado no capítulo anterior, distinguem-se três tipos de plantas de palma de óleo de acordo com a presença e a espessura do endocarpo dos frutos que produzem (Figura 1): **Dura** ($sh+sh+$) – plantas que produzem frutos que apresentam endocarpo com espessura de 2 a 8 mm, às vezes menos, e de 35 a 65% de mesocarpo no fruto; **Tenera** ($sh+sh-$) – plantas que produzem frutos que apresentam endocarpo com espessura de 0,5 a 4 mm, com 55 a 96% de mesocarpo no fruto e, quando cortados no sentido transversal, verifica-se a presença de um anel de fibra no mesocarpo, característica ausente nos

Figura 1 – Frutos de palma de óleo (*Elaeis guineensis* Jacq.)
tipo Dura (A), Pisífera (B) e Tenera (C)



frutos do tipo Dura; **Pisífera** (*sh-sh*) – plantas que produzem frutos que não apresentam endocarpo e que, na maioria das vezes, produzem flores femininas estéreis (abortivas), razão pela qual a produção de frutos nessas plantas é rara, com algumas exceções de Pisíferas férteis.

Nas populações naturais, as frequências de plantas Pisífera (<1%) e Tenera (~3%) são baixas, predominando o tipo Dura (~97%). Plantas Tenera apresentam maior proporção de mesocarpo no fruto, resultando em maior produção de óleo do que as Dura, fator determinante para o uso de plantas Tenera, obtidas do cruzamento entre plantas Dura (utilizadas como genitor feminino) e Pisífera (utilizadas como genitor masculino) nos plantios comerciais.

Os programas de melhoramento genético de palma de óleo têm como foco o híbrido intraespecífico Tenera, independentemente das variações nos esquemas de melhoramento genético adotados. De maneira geral, são conduzidas populações Dura e Tenera/Pisífera melhoradas *per se* e realizados testes de progênies Dura x Tenera ou Dura x Pisífera para identificar as melhores combinações entre essas populações para reprodução comercial do híbrido Tenera (Dura x Pisífera).

No programa de melhoramento genético que resultou no lançamento das cultivares Tenera Deli x La Mé, produzidas pela

Embrapa, foi empregado o método da seleção recorrente recíproca, sendo a população A composta de plantas tipo Dura de origem Deli, que têm como característica a produção de pequeno número de grandes cachos, e a população B composta de plantas Tenera/Pisífera de origem La Mé, que têm como característica a produção de grande número de pequenos cachos (BARCELOS et al., 2000b).

O uso de plantas Dura em plantios comerciais foi abandonado ainda em meados do século passado. Cabe ressaltar que, no Brasil, os palmares subespontâneos existentes na Bahia (em torno de 20.000 ha), explorados de forma extrativista, são oriundos de sementes introduzidas pelos escravos no século XVI e constituídos de plantas Dura, que apresentam baixa produtividade de cachos (3 a 4 t/ha/ano) e baixa taxa de extração de óleo (8 a 9%). Já os plantios agroindustriais implantados a partir da década de 1960, tanto na Bahia como no Pará, foram estabelecidos com sementes de cultivares Tenera importadas da África, da Ásia e da América Central.

Em hipótese nenhuma deve o produtor utilizar plantas de cultivo comercial para propagação e estabelecimento de novos plantios. A multiplicação das plantas comerciais do tipo Tenera resulta em segregação genética, o que levará a obter aproximadamente 25% de plantas Pisífera

(que serão improdutivas), 25% de plantas Dura (que terão rendimento inferior às Tenera) e 50% de plantas Tenera que, em média, produzirão também menos do que as plantas Tenera obtidas nos cruzamentos controlados a partir de genitores Dura e Pisífera selecionados para capacidade de combinação.

Até o final da década de 1980, os plantios comerciais de palma de óleo no Brasil eram realizados exclusivamente com sementes importadas de empresas da África, da Ásia e da América Central. A produção de sementes comerciais no Brasil foi iniciada pela Embrapa Amazônia Ocidental em 1992, como resultado do trabalho de introdução de germoplasma e melhoramento genético iniciado em 1982 em parceria com o *Centre de Coopération Internationale en Recherche Agronomique pour le Développement* (Cirad), da França (BARCELOS et al., 2000a; BARCELOS et al., 2000b; CUNHA et al., 2007a).

De acordo com a legislação brasileira atual de sementes e mudas, só podem ser comercializadas no mercado brasileiro cultivares registradas no Registro Nacional de Cultivares (RNC), sendo encontradas com o referido registro até junho de 2010 as cultivares apresentadas na Tabela 1.

Além das cultivares de palma de óleo tipo Tenera, já existem no Brasil, no Estado do Pará, plantios comerciais com o híbrido interespecífico F_1 de palma de óleo africana com a palma de óleo americana (*Elaeis oleifera*), híbridos OxG. O híbrido interespecífico OxG é recomendado para regiões onde se verificou a ocorrência de Amarelecimento Fatal – AF, que já dizimou milhares de hectares de plantações de palma de óleo na América Latina (ver capítulo específico sobre o assunto). A espécie americana e o híbrido F_1 com a espécie africana não são afetados pelo AF. Contudo, esses híbridos têm produção de óleo inferior às cultivares de pal-

ma de óleo do tipo Tenera; apresentam anomalias nas inflorescências masculinas, principalmente na fase jovem; produzem menor quantidade de pólen, que oferece menor viabilidade quando comparado ao de palma de óleo; e as inflorescências em geral apresentam menor atratividade para os insetos polinizadores do que as inflorescências de palma de óleo. Por isso, os cultivos comerciais de híbridos exigem a polinização assistida como prática de manejo para expressar o potencial produtivo.

As sementes de palma de óleo requerem procedimentos especiais para que se obtenha boa e uniforme taxa de germinação. Devido à estrutura requerida para a execução desses procedimentos, os produtores adquirem as sementes já pré-germinadas. É necessário programar a aquisição e consultar a disponibilidade de sementes do fornecedor com pelo menos seis meses de antecedência da data em que se pretende recebê-las para iniciar a formação das mudas. O período de programação é necessário devido ao tempo demandado pelo processo de produção das sementes, que é de aproximadamente um ano: em torno de seis meses do isolamento da inflorescência até a colheita do cacho e quatro meses para quebra de dormência (método do calor seco) e germinação das sementes (CUNHA et al., 2007b). Além disso, como as sementes são adquiridas germinadas e se desenvolvem rapidamente, o produtor já deve estar com toda a estrutura de pré-viveiro pronta para o plantio das sementes imediatamente após recebê-las para que não seja ultrapassado o estágio adequado de desenvolvimento para o plantio, situação em que aumenta o percentual de perda de sementes.

No estabelecimento de plantios comerciais, recomenda-se ainda, sempre que possível, o uso de cultivares de diferentes origens. A variabilidade genética

Tabela 1 – Cultivares de palma de óleo registradas no Registro Nacional de Cultivares
RNC do Ministério da Agricultura, Pecuária e Abastecimento – MAPA até junho de 2010

Nome da Cultivar	Tipo da Cultivar	Requerente do Registro / Mantenedor	Empresa responsável pelo desenvolvimento da Cultivar
ASD CG	Híbrido intraespecífico tenera (<i>Elaeis guineensis</i>)	BIOPALMA DA AMAZÔNIA S/A	ASD – Costa Rica
ASD CN	Híbrido intraespecífico tenera (<i>Elaeis guineensis</i>)	BIOPALMA DA AMAZÔNIA S/A	ASD – Costa Rica
ASD DC	Híbrido intraespecífico tenera (<i>Elaeis guineensis</i>)	BIOPALMA DA AMAZÔNIA S/A	ASD – Costa Rica
ASD DG	Híbrido intraespecífico tenera (<i>Elaeis guineensis</i>)	BIOPALMA DA AMAZÔNIA S/A	ASD – Costa Rica
ASD DL	Híbrido intraespecífico tenera (<i>Elaeis guineensis</i>)	BIOPALMA DA AMAZÔNIA S/A	ASD – Costa Rica
ASD DN	Híbrido intraespecífico tenera (<i>Elaeis guineensis</i>)	BIOPALMA DA AMAZÔNIA S/A	ASD – Costa Rica
BRS C2301	Híbrido intraespecífico tenera (<i>Elaeis guineensis</i>)	Empresa Brasileira de Pesquisa Agropecuária – Embrapa	Embrapa – Brasil
BRS C2328	Híbrido intraespecífico tenera (<i>Elaeis guineensis</i>)	Empresa Brasileira de Pesquisa Agropecuária – Embrapa	Embrapa – Brasil
BRS C2501	Híbrido intraespecífico tenera (<i>Elaeis guineensis</i>)	Empresa Brasileira de Pesquisa Agropecuária – Embrapa	Embrapa – Brasil
BRS C2528	Híbrido intraespecífico tenera (<i>Elaeis guineensis</i>)	Empresa Brasileira de Pesquisa Agropecuária – Embrapa	Embrapa – Brasil
BRS C3701	Híbrido intraespecífico tenera (<i>Elaeis guineensis</i>)	Empresa Brasileira de Pesquisa Agropecuária – Embrapa	Embrapa – Brasil
BRS C7201	Híbrido intraespecífico tenera (<i>Elaeis guineensis</i>)	Empresa Brasileira de Pesquisa Agropecuária – Embrapa	Embrapa – Brasil
BRSC2001	Híbrido intraespecífico tenera (<i>Elaeis guineensis</i>)	Empresa Brasileira de Pesquisa Agropecuária – Embrapa	Embrapa – Brasil
Compacta Agropalma	Híbrido intraespecífico tenera	Agropalma S/A	ASD – Costa Rica
Cirad DLM	Híbrido intraespecífico tenera	BIOPALMA DA AMAZÔNIA S/A	Cirad – França
Cirad DLY	Híbrido intraespecífico tenera	BIOPALMA DA AMAZÔNIA S/A	Cirad – França
BRS Manicoré	Híbrido interespecífico <i>E. guineensis</i> x <i>E. oleifera</i>	Empresa Brasileira de Pesquisa Agropecuária - Embrapa	Embrapa – Brasil
Marborges Inducoari 1	Híbrido interespecífico <i>E. guineensis</i> x <i>E. oleifera</i>	Marborges Agroindústria S.A.	La Cabaña/Colômbia

existente entre as cultivares comerciais dá maior segurança ao produtor face ao aparecimento de fatores bióticos (pragas e doenças) ou abióticos (condições climáticas atípicas) que afetem as plantas, bem como permite utilizar de modo mais eficiente a capacidade instalada de processamento de cachos, uma vez que existem cultivares com picos de produção em diferentes épocas do ano, de forma que a produção mensal se torna mais regular do que quando se utiliza cultivares de mesma base genética.

Cultivares produzidas pela Embrapa

As sementes das cultivares de palma de óleo Tenera são produzidas pela Embrapa Amazônia Ocidental no Campo Experimental do Rio Urubu – CERU, localizado no município de Rio Preto da Eva – AM. A empresa produz comercialmente sete cultivares de palma de óleo do tipo Tenera – BRS C2001, BRS C2301, BRS C2328, BRS C2501, BRS C2528, BRS C3701 e BRS C7201 –, provenientes de cruzamentos entre genitores tipo Dura (de origem Deli) e Pisífera (de origem La Mé), desenvolvidas em parceria com o *Centre de Coopération Internationale en Recherche Agronomique pour le Développement* (Cirad). Essas cultivares são recomendadas para plantio em região tropical úmida que apresente precipitação em torno de 2.000 mm/ano bem distribuídos, déficit hídrico igual ou inferior a 200 mm/ano, insolação superior a 1.800 horas/ano, temperatura média anual entre 24 e 28°C, com mínima mensal superior a 18°C e máxima entre 28 e 34°C, além de umidade relativa do ar entre 70 e 95%.

Nas condições descritas, essas cultivares apresentam taxa média de crescimento do tronco de 45 cm/ano; produção de cachos de 25 a 30 t/ha/ano, dependendo do manejo adotado; taxa de extração de óleo do mesocarpo em torno de 22% e produção média de óleo de 4 a 6 t/ha/ano;

taxa de extração de palmiste de 2,5 a 3%, de 0,63 a 0,75 t/ha/ano. A produtividade de 6 t de óleo/ha/ano tem sido obtida em plantios no Estado do Pará. A produção se estende por todo o ano, com picos que podem chegar a 14-15% da produção anual em um só mês na fase alta, geralmente nos meses de outubro ou novembro, e 5% na fase baixa, geralmente nos meses de fevereiro ou março, dependendo da distribuição das chuvas na região.

A Embrapa também iniciou, na década de 1980, a avaliação de cruzamentos interespecíficos entre a palma de óleo africana e a americana (caiaué). Foram realizados experimentos no CERU, no Amazonas, em áreas de incidência do AF no Pará e no Equador, e em diversos plantios comerciais em pequena escala por produtores na Colômbia.

Os resultados dos estudos realizados até o momento indicam desempenho superior dos híbridos OxG obtidos entre a caiaué da origem Manicoré com a palma de óleo africana da origem La Mé. Os experimentos em áreas de incidência de AF no Brasil demonstraram que o material não é afetado pela anomalia em nossas condições ambientais. Já no Equador, foram verificados índices variáveis de mortalidade dependendo do cruzamento avaliado, mas ainda com alta taxa de sobrevivência se comparado com a palma de óleo. Não foi constatado efetivamente se a anomalia denominada AF que ocorre no Equador é da mesma natureza da que ocorre no Brasil.

O crescimento do estipe desses híbridos situa-se entre 15 e 20 cm/ano. A produção de cachos supera 30 t/ha/ano, mas exige a realização de polinização assistida, enquanto a taxa de extração de óleo situa-se entre 16 e 18%. A Embrapa iniciou a produção desse híbrido em pequena escala comercial no final da década de 1990 para avaliação experimental em

plantios comerciais no Pará, atendendo à demanda de produtores afetados pelo AF, e atualmente já existem aproximadamente 2.000 ha cultivados com esses híbridos em produção. Os resultados obtidos demonstram a viabilidade econômica do cultivo do híbrido, embora a produção ainda seja inferior à das cultivares Tenera, principalmente pela menor taxa de extração de óleo, além de exigir a polinização assistida como prática de manejo, sem a qual a produção pode ser reduzida para 3 a 6 t de cacho/ha/ano.

Esses experimentos resultaram no desenvolvimento da cultivar BRS Manicoré, registrada no RNC/MAPA em 2009. A produção atual de sementes desse material não atende à demanda existente; assim, os campos de produção de sementes estão em multiplicação para aumentar a capacidade de produção. Contudo, ainda serão necessários alguns anos para que a produção seja suficiente para atender à demanda. A previsão é de que sejam lançados novos híbridos OxG pela Embrapa em 2016.

Os híbridos OxG, além de não serem afetados pelo AF e apresentarem reduzido crescimento vertical do tronco, o que reduz os custos de produção e prolonga a vida dos plantios comerciais, apresentam óleo mais insaturado, sendo considerado de melhor qualidade do que o óleo de palma. Apresentam, ainda, maior tolerância do que a palma de óleo a outras pragas, como lagartas desfolhadoras e minadoras de raiz.

Informações sobre a produção de sementes de palma de óleo na Embrapa podem ser obtidas no Escritório de Negócios da Amazônia: Rodovia AM 010, km 29 – Manaus/AM – Caixa Postal 319, CEP 69.010-970. O telefone é (92) 3303-7897.

Cultivares produzidas pela PalmElit

A PalmElit é uma subsidiária do Cirad (Centro de Cooperação Internacional em Pesquisa Agrônômica para o Desenvolvimento), instituição francesa de reconhecida competência no desenvolvimento de pesquisas com palma de óleo que mantém uma rede de ensaios que inclui experimentos na África, na Ásia e na América do Sul. As cultivares produzidas pela PalmElit são bem conhecidas pelos tradicionais produtores de palma de óleo nacionais.

O programa de melhoramento genético e produção de sementes de palma de óleo da Embrapa originou-se de uma parceria com o Cirad (então denominado IRHO – *Institut de Recherche pour les Huiles et Oleagineux*) no início da década de 1980, sendo as cultivares produzidas pela Embrapa oriundas do programa iniciado pelo Cirad na metade do século passado, portanto, com mesma base genética das sementes das cultivares produzidas pela PalmElit. A maior parte dos palmares estabelecidos até o momento no Brasil são oriundos direta ou indiretamente (através da Embrapa) do programa de melhoramento genético do Cirad. As cultivares produzidas pela PalmElit são híbridos intra-específicos do tipo Tenera obtidos a partir de cruzamentos das origens Deli x La Mé e Deli x Yangambi.

A PalmElit possui duas cultivares registradas no RNC/MAPA, Cirad DLM e Cirad DLY. As cultivares Deli x La Mé têm potencial de produção de 30 a 32 toneladas de cachos/ha/ano em condições pedoclimáticas favoráveis, e de aproximadamente 22 toneladas de cachos/ha/ano com déficit hídrico de 300 mm/ano, taxa de extração de óleo de palma de 26 a 28% e de palmiste de 3 a 4%, e com crescimento vertical do tronco de 45 a 55 cm/ano. As cultivares

Deli x Yangambi têm potencial de produção de 30 a 32 toneladas de cachos/ha/ano em condições pedoclimáticas favoráveis, e de aproximadamente 22 toneladas de cachos/ha/ano com déficit hídrico de 300 mm/ano, taxa de extração de óleo de palma de 25 a 27% e de palmiste de 3 a 4%, crescimento vertical do tronco de 54 a 64 cm/ano.

As cultivares Deli x La Mé e Deli x Yangambi têm picos de produção diferenciados dentro do ano; assim, para garantir melhor distribuição intra-anual da produção de cachos, recomenda-se diversificar os plantios com cultivares dessas duas origens.

Informações sobre a produção e a comercialização de sementes de palma de óleo Cirad® da PalmElit podem ser obtidas no site <http://www.palmelit.com/>.

Cultivares produzidas pela *Agricultural Services & Development (ASD)*

A ASD é uma empresa sediada na Costa Rica com reconhecida competência na produção de sementes de palma de óleo. Sua produção é exportada para diversos países da América do Sul, da África e da Ásia e tem suprido grande parte da demanda de sementes do mercado brasileiro. As cultivares ASD têm diversificada base genética: Deli x Avros, Deli x La Mé, Deli x Yangambi, Deli x Ghana, Deli x Nigéria, Tanzania x Ekona, Bamenda x Ekona, Compacta x Ekona, Compacta x Nigéria, Compacta x Ghana e diversos clones Compacta. As cultivares Deli x Yangambi e Deli x Avros produzidas pela ASD já foram utilizadas em muitos plantios comerciais no Brasil nas décadas de 1980 e 1990; contudo, atualmente não têm sido demandadas pelos produtores por apresentarem crescimento vertical do tronco superior a 70 cm/ano, ao passo que as novas cultivares disponíveis apresentam crescimento

inferior a 60 cm/ano ou entre 60 e 70 cm/ano. De acordo com as informações da empresa, as novas cultivares disponibilizadas pela ASD têm potencial de produção de cachos em torno de 30 t/ano e taxa de extração de óleo entre 26 e 28%.

Os clones de Compacta produzidos pela ASD ainda não foram avaliados na fase adulta nas condições brasileiras, mas, de acordo com as informações fornecidas pela empresa, têm potencial para produção de 25 a 38 t de cachos/ha/ano, taxa de extração de óleo entre 24 e 34%, produção de óleo de 7 a 9 t/ha/ano e crescimento do estipe de 27 a 50 cm/ano. A densidade de plantio é maior do que a utilizada para cultivares tradicionais (143 plantas/ha), de 170 a 200 plantas/ha.

Recentemente, também foram lançados pela ASD dois híbridos interespecíficos denominados Brunca e Amazon. Esses híbridos deverão ser testados no Brasil em breve; contudo, ainda não se dispõe de informações sobre o potencial produtivo desses materiais em nossas condições e nem de registro dos mesmos no RNC.

Informações sobre a produção e a comercialização de sementes de palma de óleo da ASD podem ser obtidas no site <http://www.asd-cr.com>.

Híbrido Interespecífico produzido pela *La Cabaña*

A *La Cabaña* é uma empresa colombiana que, em parceria com o Cirad, vem desenvolvendo um programa de melhoramento de híbridos OxG. O material produzido pela empresa foi registrado no RNC no Brasil com a denominação de "Marborges Inducoari 1".

Trata-se de um híbrido OxG F₁ obtido a partir do cruzamento de materiais selecionados de caiaué da origem Coari (município do Estado do Amazonas/Brasil) e genitores Pisífera da origem La Mé. De acordo

com as informações disponibilizadas pela empresa, o híbrido apresenta: crescimento médio do tronco de 22 cm/ano; vida útil de produção comercial estimada entre 30 e 50 anos; resistência ao Amarelecimento Fatal e à Fusariose; área foliar mais ampla do que a de palma de óleo; maior tolerância à umidade do solo do que a palma de óleo; óleo mais estável (2 a 3 vezes mais estável), permitindo ciclos de colheita a intervalos maiores e maior tempo de armazenamento; elevação da acidez mais lenta; taxa de extração de óleo de 18 a 19% e de palmiste em torno de 3,5%. Esse híbrido ainda não foi avaliado nas condições brasileiras.

Informações sobre os híbridos produzidos pela *La Cabaña* podem ser obtidas no site <http://www.intermedianetwork.com/cabana/semillahibrido.php>.

Outras empresas produtoras de sementes de palma de óleo

Além das empresas acima apresentadas, existem outras na Ásia, na África e na América do Sul que produzem sementes comerciais de palma de óleo. Contudo, essas empresas não têm cultivares registradas no RNC/MAPA e não têm exportado sementes para o Brasil nos últimos anos – em alguns casos, por priorização de seu mercado interno, em outros, por falta de interesse dos produtores brasileiros no material produzido. De qualquer forma, deve-se atentar para a necessidade de realizar o registro das cultivares quando houver interesse na importação de sementes e também para as exigências fitossanitárias que devem ser atendidas. Novos campos de produção de sementes estão sendo estabelecidos pelo Cirad na Colômbia e no Equador e em breve deverá haver oferta desse material para o Brasil.

Referências bibliográficas

BARCELOS, E.; CUNHA, R. N. V.; NOUY, B. Recursos genéticos de dendê (*Elaeis guineensis*, Jacq. e *E. oleifera* (Kunth), Cortés. In: SEMINÁRIO INTERNACIONAL AGRONEGÓCIO DO DENDÊ: Uma alternativa social, econômica e ambiental para o desenvolvimento da Amazônia, 2000, Belém, PA. Resumos. Belém: Embrapa Amazônia Ocidental, 2000a. p. 39-40. (Embrapa Amazônia Oriental, Documentos, 60).

BARCELOS, E.; NUNES, C. D. M.; CUNHA, R. N. V. da. Melhoramento genético e produção de sementes comerciais de dendzeiro. In: VIEGAS, I. de J. M.; MÜLLER, A. A. (Ed.). **A cultura do dendzeiro na Amazônia brasileira**. Belém: Embrapa Amazônia Oriental; Manaus: Embrapa Amazônia Ocidental, 2000b. p. 145-174.

BEINAERT, A.; VANDERWEYEN, R. **Contribution à l'étude génétique et biométrique de variétés d'*Elaeis guineensis* Jacq.** Gembloux. Brussels: l'institut national pour l'étude agronomique du Colgo Belge, 1941. 101 p. (Série Scientifique, 27).

CUNHA, R. N. V. da; LOPES, R.; BARCELOS, E.; RODRIGUES, M. do R. L.; TEIXEIRA, P. C.; ROCHA, R. N. C. da. Pesquisa, desenvolvimento e inovação da cultura do dendzeiro no Brasil. In: WORKSHOP LATINO-AMERICANO DE INVESTIGACIÓN EN DENDÉ (PALMA ACEITERA), 2005, Manaus. **Alternativa para contribuir al desarrollo económico y social de la Amazonia**: anais. Manaus, AM: Embrapa Amazônia Ocidental, 2007a. p. 44-49.

CUNHA, R. N. V. da; LOPES, R.; DANTAS, J. C. R.; ROCHA, R. N. C. da. **Procedimentos para produção de sementes comerciais de dendzeiro na Embrapa Amazônia Ocidental**. Manaus: Embrapa Amazônia Ocidental, 2007b. 34 p. (Embrapa Amazônia Ocidental. Documentos, 54).

Formação de mudas para a produção sustentável da palma de óleo na Amazônia

Paulo César Teixeira, Wanderlei Antônio Alves de Lima, Rui Alberto Gomes Junior, Raimundo Nonato Vieira da Cunha, Ricardo Lopes e Raimundo Nonato Carvalho da Rocha

Introdução

A fase de produção de mudas tem como objetivo a obtenção de plantas de alta qualidade e em condições para serem levadas ao campo na época apropriada. Em um empreendimento, o sucesso de um plantio da palma de óleo (dendzeiro) muito se deve ao processo adotado na formação de mudas e a sua qualidade se reflete diretamente na precocidade e na maior produção na fase jovem, assim como no maior potencial de produção na fase adulta (PACHECO; TAILLIEZ, 1985; BARCELOS et al., 2001).

A formação de mudas de palma de óleo pode ser feita em uma ou em duas fases, sendo que normalmente é feita em duas fases, denominadas de pré-viveiro e viveiro.

Pré-viveiro

Corresponde ao local onde as sementes pré-germinadas passam a sua primeira fase do crescimento, permanecendo por cerca de três a quatro meses até que as mudas tenham de quatro a cinco folhas lanceoladas, antes de irem para o viveiro. Nessa fase, a aplicação de defensivos poderá ou não ser necessária, a depender da ocorrência de pragas e doenças.

O pré-viveiro é programado em função

da área, e a infraestrutura deve ser simples e temporária quando não há programação de continuidade dos plantios ao longo do tempo. Também exige que o terreno seja livre de ventos fortes e inundações e tenha disponibilidade de água perto do local. No que diz respeito à construção, a estrutura deverá ser coberta por palha ou sombrites e conter sistemas de irrigação e de drenagem.

A forma tradicional de produção de mudas de palma de óleo durante o pré-viveiro (até aproximadamente 3-4 meses de idade) é a utilização de sacos plásticos preenchidos com solo, de preferência terriço (PACHECO e TAILLIEZ, 1985; BARCELOS et al., 2001; CORLEY TINKER, 2003), que podem ter dimensões aproximadas de 15 cm de largura por 20 cm de comprimento e de 0,05 a 0,08 mm de espessura. Mas esse processo demanda a existência de grandes áreas de pré-viveiro e a disponibilidade de mão de obra para o manejo das mudas, e ainda existe a possibilidade de rompimento dos recipientes.

A tendência para várias culturas é a substituição dos sacos plásticos por tubetes de plástico rígido e, recentemente, essa técnica tem sido estudada e usada para a formação de mudas de palma de óleo (CHEE et al., 1997; TEIXEIRA et al., 2006; TEIXEIRA et al., 2009). Como vantagens da técnica do sistema de tubetes para a formação de mudas, quando comparada ao sistema convencional de produção em sa-

cos plásticos, destacam-se: boa formação do sistema radicular, rápido crescimento inicial das mudas, menor consumo de substrato e área, maior número de mudas por unidade de área, possibilidade de reciclagem e facilidades operacionais, como peso, transporte e transplante das mudas.

Teixeira et al. (2009) estudaram o crescimento de mudas de palma de óleo produzidas no pré-viveiro pelo método tradicional em sacos plásticos e em tubetes de 120 cm³ e verificaram que o crescimento final das mudas no viveiro foi semelhante nos dois métodos. Segundo Chee et al. (1997), o crescimento no campo de mudas de palma de óleo produzidas em tubetes durante o pré-viveiro pode ser tão bom quanto o de mudas crescidas em sacos plásticos.

Ilustração de detalhes da produção de mudas em tubetes no pré-viveiro é apresentada na Figura 1.

A adubação é um fator importante na formação das mudas em tubetes, pois deverá suprir a perda de nutrientes do substrato

por lixiviação e disponibilizar, também, os nutrientes necessários para as mudas. As pequenas dimensões dos tubetes e o pequeno volume de substrato que suportam exigem, entretanto, aplicação de doses altas de nutrientes solúveis devido às perdas por lixiviação, resultantes da necessidade de regas frequentes (NEVES et al., 1990). Todavia, doses altas de fertilizantes solúveis, sobretudo na fertilização de base, elevam a concentração salina do substrato, podendo causar falhas de germinação, distúrbios nutricionais e, conseqüentemente, retardamento do crescimento inicial das mudas (GONÇALVES et al., 2000). Para contornar esse problema, foi avaliado o uso de adubos de liberação lenta e controlada, que promovem liberação lenta e contínua de nutrientes ao longo do tempo, o que elimina a necessidade de frequentes adubações, sincronizando a demanda da planta com a disponibilidade de nutrientes no substrato. Teixeira et al. (2009) verificaram que a adição de fertilizantes ao substrato em tubetes plásticos durante o pré-viveiro foi fundamental para a formação

Figura 1 – Esquema de produção de mudas de palma de óleo no pré-viveiro mostrando: (a) distribuição dos tubetes na bandeja; (b) crescimento de mudas aos três meses de idade pelo método tradicional (controle) e em tubetes, com e sem adubo de liberação lenta; (c) disposição de mudas em sacos plásticos; (d) aspecto visual do crescimento radicular de mudas produzidas em tubetes, aos três meses de idade. Fontes: a, b – Raimundo Rocha; c, d – Paulo Teixeira.



final de mudas de palma de óleo no viveiro, e a ocupação diferenciada das bandejas pelos tubetes em diferentes percentagens de ocupação durante a fase de pré-viveiro não influenciou o crescimento em altura e diâmetro das mudas de palma de óleo aos 10 e 16 meses de idade.

A prática de manejo incluindo pré-viveiro (viveiro de duas fases) apresenta vantagens e desvantagens em relação à semeadura direta no viveiro (viveiro de uma fase), conforme se descreve a seguir:

Vantagens:

- melhor controle das atividades na fase inicial (irrigação, adubação, plantas daninhas, etc.), de modo a obter melhor crescimento e vigor;
- melhor critério de seleção, com base nas características de desenvolvimento.

Desvantagens:

- aumento do custo de investimento em infraestrutura, mão de obra e materiais utilizados;
- risco de efeitos adversos sofridos pelas mudas ao serem transplantadas para o viveiro.

Para mudas produzidas em sacos plásticos, se a fertilidade natural do solo utilizado (terriço) for boa, a adubação não é necessária no pré-viveiro porque, durante as primeiras seis semanas, a planta jovem obtém parte das suas necessidades nutricionais no endosperma da semente. Em situações de falta de vigor das mudas no pré-viveiro, fertilizantes foliares devem ser aplicados para correção de eventuais deficiências nutricionais. Entretanto, deve-se ter o cuidado de não aplicar fertilizantes foliares em dias muito quentes ou secos, ou quando as mudas estiverem sob estresse hídrico, a fim de evitar a possibilidade de perda de nutrientes por volatilização ou mesmo a queima das mudas. Outra alternativa para evitar a queima é a mistura de adubos diluída em água que pode ser aplicada com regador.

Em seguida, é aplicada água pura com regador para lavar o adubo das folhas.

Os canteiros para produção de mudas em sacos podem ser confeccionados com 1,5 m de largura e 20 m de comprimento, com espaçamento de 0,8 cm entre os canteiros. Nessas condições, cada canteiro comportará aproximadamente 5000 sacos.

Viveiro

A fase de viveiro é uma etapa importante nas atividades comerciais em plantações de palma de óleo porque, além de demandar uma série de gastos, nesse período podem ser controlados vários fatores que afetam o crescimento e o desenvolvimento da planta, o que é essencial para o plantio no campo.

Alguns detalhes da produção de mudas no viveiro podem ser visualizados na Figura 2.

Na construção do viveiro, devem ser consideradas, além do espaço necessário para o número de plantas, a disponibilidade de água, a topografia plana ou ligeiramente ondulada e a facilidade de acesso em todo o ano.

Normalmente, para o enchimento dos sacos, que possuem dimensão aproximada de 40 x 40 cm, usa-se terriço disponível no local, com boa drenagem. Os sacos são distribuídos na área dependendo do tempo de permanência no viveiro. Recomenda-se complementar o preenchimento dos sacos com material estéril (endocarpo picado, casca de arroz, fibras, etc.) para reduzir a perda de umidade, regular a temperatura e minimizar o aparecimento de patógenos e plantas daninhas.

Após uma etapa de seleção no final da fase de pré-viveiro, apenas as mudas saudáveis, livres de anomalias, pragas

Figura 2 – Detalhes da formação de mudas no viveiro mostrando: (a) enchimento manual dos sacos; (b) distribuição das mudas em área com irrigação manual; (c) distribuição das mudas em área com irrigação por aspersão; (d) distribuição radicular no viveiro de mudas formadas em tubetes e em sacos plásticos (convencional) durante o pré-viveiro.
Fonte: a, b, c, Raimundo Rocha; d: Paulo Teixeira.



e doenças devem ir para o viveiro. A operação consiste no transplantio das mudas do pré-viveiro para sacos plásticos de 40 x 40 cm, espaçados no campo em triângulo equilátero de acordo com o tempo previsto de duração do viveiro.

A irrigação no viveiro pode ser feita manualmente ou com equipamentos especiais, por gravidade, nebulização ou aspersão, sendo esta última a forma mais comumente utilizada. As ervas daninhas podem ser controladas com herbicidas, quando incidentes no solo, e manualmente, quando nos sacos. Ainda, é fundamental um bom controle fitossanitário que evite a propagação de pragas e doenças por meio do uso adequado de defensivos.

A adubação é feita dependendo do tipo de solo, que necessita de análise prévia com o objetivo de produzir mudas com uma oferta adequada de nutrientes para que o crescimento seja maximizado. Normalmente, o solo é suplementado com

misturas balanceadas de macronutrientes (nitrogênio, fósforo, potássio, cálcio, magnésio e enxofre) e micronutrientes (em especial boro e cobre), com aplicações programadas de fertilizantes. Alguns cuidados na aplicação de fertilizantes são descritos a seguir.

- O fósforo não é móvel no solo; portanto, aplicações de fertilizantes na superfície são menos eficazes. Para assegurar um fornecimento adequado de fósforo ao viveiro de mudas, quando possível, os adubos fosfatados devem ser uniformemente distribuídos no solo antes da colocação nos sacos plásticos.
- A aplicação incorreta de uma quantidade excessiva de ureia pode danificar o sistema radicular das mudas.
- Os fertilizantes não devem entrar em contato direto com qualquer parte da planta.
- O supervisor do viveiro deve sempre verificar se todas as mudas foram adubadas corretamente.

- É sempre mais eficaz aplicar pequenas quantidades de adubos com frequência em vez de aplicar grandes quantidades com menos frequência, para evitar queima por excesso de salinidade e/ou perdas por lixiviação.
- As aplicações de fertilizantes podem ser reduzidas se o crescimento vegetativo for muito vigoroso, existindo possibilidade de que as mudas estejam prontas para irem ao campo antes que a área de plantio esteja preparada.

Seleção de plantas no viveiro

A seleção das mudas no viveiro é visual e deve ter como referência o padrão adequado de desenvolvimento e forma das mudas. Esse processo deve ser rigoroso para garantir que as plantas selecionadas permaneçam no campo por, pelo menos, 25 anos.

Segundo Jacquemard et al. (1995) e Barcelos et al. (2001), a seleção deve ser realizada entre os três e oito meses de idade do viveiro, antes de as plantas apresen-

tares, no máximo, 80 cm de altura. Uma segunda seleção será realizada quando do transporte das plantas para plantio no local definitivo. Nessa última seleção, deve-se eliminar apenas casos de plantas com anomalias marcantes, dado o estágio de desenvolvimento dessas plantas, já um pouco estioladas na fase final do viveiro.

Existem alguns critérios para o descarte, no viveiro, de plantas com:

- crescimento bem abaixo da média;
- folíolos soldados ou muito estreitos;
- folíolos muito dispersos sobre o eixo principal das folhas;
- folhas com manchas ou bandas;
- folhas muito eretas, formando ângulos de 45 graus;
- excesso de manchas, consequência de danos causados pelo manejo inadequado de fungos no viveiro.

Coeficientes técnicos

Na Tabela 1, são apresentados os tempos indicativos de trabalho requeridos para a condução de um pré-viveiro com 90 mil mudas, distribuídas em 30 canteiros de 1,5 m de largura e 30 m de comprimento,

Tabela 1 – Demanda em homem-dia (hd) e horas-trator (ht) para a condução de um pré-viveiro com 90 mil plantas formadas em sacos plásticos. Fonte: Adaptado de Barcelos et al. (2001).

Operações	Coeficiente técnico	Demanda	
		hd	ht
Piqueteamento, preparo de canteiros e sombreamento	-	50	10
Coleta, peneiramento e transporte de terriço	-	100	20
Enchimento dos sacos	1000 / hd	90	-
Arrumação dos sacos nos canteiros	1000 / hd	90	-
Repicagem das sementes germinadas	2000 / hd	45	-
Tratos culturais	-	100	-
Irrigação	45000 / hd	60	-
Seleção	30000 / hd	3	-
TOTAL		538	30

suficientes para a formação futura de um viveiro com 80 mil plantas (10% de descarte na seleção do pré-viveiro), destinadas a um plantio definitivo de 500 ha.

Como indicação, na Tabela 2 são apresentados os coeficientes técnicos para a condução de um viveiro de 80 mil mudas, dispostas no espaçamento de 0,80 m entre plantas, ocupando área de aproximadamente 7 ha.

Tabela 2 – Demanda em homem-dia (hd) e horas-trator (ht) para instalação de um viveiro com capacidade de 80 mil sacos. Fonte: Adaptado de Barcelos et al. (2001)

Operações	Coeficiente técnico	Demanda	
		hd	ht
Preparo mecânico da área	-	-	70
Capina química antes da instalação	5000 m ² / hd	16	-
Coleta de solo e peneiramento	3000 kg / hd	600	100
Enchimento dos sacos	500 sacos / hd	160	-
Balizamento e distribuição dos sacos	500 sacos / hd	160	80
Coveamento no saco	1000 sacos / hd	80	-
Transplântio	500 plantas / hd	160	-
Capina manual nos sacos (10 vezes)	3000 sacos / hd	270	-
Irrigação	-	600	-
Adubação (seis vezes)	2000 sacos / hd	240	-
Aplicação de fungicidas/herbicidas (5 vezes)	5000 sacos / hd	80	-
Seleção (aos três e seis meses)	10000 sacos / hd	16	-
TOTAL		2382	250 h

Referências bibliográficas

BARCELOS, E.; RODRIGUES, M. R. L.; SANTOS, J. A.; CUNHA, R. N. V. **Produção de mudas de dendezeiro na Amazônia**. Manaus: Embrapa Amazônia Ocidental, 2001. 11 p. (Circular Técnica, 8).

CHEE, K. H.; CHIU, S. B.; CHAN, S. M. Pre-nursery seedlings grown on pot trays. **The Planter**, v. 73, n. 855, p. 295-299, 1997.

CORLEY, R. H. V.; TINKER, P. B. **The oil palm**. 4. ed. Oxford: Blackwell Science, 2003. 562 p.

GONÇALVES, J. L. M.; SANTARELLI, E. G.; MORAES NETO, S. P.; MANARA, M. P. Produção de mudas de espécies nativas: substrato, nutrição, sombreamento e fertilização. In: GONÇALVES, J. L. M.; BENEDETTI, V. (Ed.). **Nutrição e fertilização florestal**. Piracicaba: IPEF, 2000. p.309-350.

JACQUEMARD, J. C. et al. **Le palmier à huile**. Paris: Maisonneuve et Larose, 1995. 207 p.

NEVES, J. C. L.; GOMES, J. M.; NOVAIS, R. F. Fertilização mineral de mudas de eucalipto. In: BARROS, N. F.; NOVAIS, R. F. (Ed.). **Relação solo-eucalipto**. Viçosa: Folha de Viçosa, 1990. p.99-126.

PACHECO, A. R.; TAILLIEZ, B. J. **Formação de mudas de dendê**. Manaus: EMBRAPA-CNPDS, 1985.

TEIXEIRA, P. C.; ROCHA, R. N. C.; CUNHA, R. N. V.; LOPES, R.; RODRIGUES, M. R. L. Crescimento de mudas de dendezeiro (*Elaeis guineensis* Jacq.) produzidas em tubetes e em sacolas plásticas durante a fase de pré-viveiro. In: FERTBIO, 2006, Bonito. **Anais...** Bonito: Embrapa Agropecuária Oeste, 2006. 1. CD-ROM.

TEIXEIRA, P. C.; RODRIGUES, H. S.; LIMA, W. A. A.; ROCHA, R. N. C.; CUNHA, R. N. V.; LOPES, R. Influência da disposição dos tubetes e da aplicação de fertilizantes de liberação lenta, durante o pré-viveiro, no crescimento de mudas de dendezeiro (*Elaeis guineensis* Jacq.). **Ciência Florestal**, Santa Maria, v. 19, n. 2, p. 157-168, abr/jun, 2009.

Práticas de manejo sustentável na manutenção do plantio da palma de óleo na Amazônia

Raimundo Nonato Vieira da Cunha, Maria do Rosário Lobato Rodrigues, Jeferson Luis Vasconcelos de Macedo, Ricardo Lopes, Raimundo Nonato Carvalho da Rocha, Paulo César Teixeira e Wanderlei Antônio Alves de Lima

1. Introdução

A manutenção de uma plantação de palma de óleo (dendezeiro) divide-se no tempo em duas partes: a primeira diz respeito à fase jovem, durante a qual as árvores são improdutivas e cuja duração pode se estender até três anos em função das condições edafoclimáticas e do material genético utilizado. As plantas apresentam um crescimento vegetativo acentuado, com a emissão de duas a três folhas por mês, e produção muito variável por planta. A fase produtiva, que vem em sequência, pode durar de 25 a 30 anos em função principalmente do crescimento em altura do material genético que se utiliza.

As práticas de manejo da palma de óleo são similares às de outros cultivos perenes, destacando-se, entre outras, a fertilização, o coroamento, a roçagem, o controle de pragas e doenças, os cultivos intercalados, a poda e a colheita. Algumas dessas práticas, dado o seu grau de importância, serão abordadas em capítulos específicos.

2. Práticas de manejo da cultura da palma de óleo

2.1 Coroamento das plantas

No primeiro ano, essa prática deve ser realizada com a frequência de seis a oito vezes em um raio de 1,5 m do coleto da planta, de preferência manualmente com terçado ou foice. Do segundo ao quarto ano, sempre que possível, recomenda-se também o controle manual de invasoras, tendo em vista que, ao se efetuar o controle químico, é quase impossível não atingir as folhas da palmeira ainda fotossinteticamente ativas. Nessa idade, o comprimento do raio vai depender do desenvolvimento vegetativo, mas estendendo-se, pelo menos, até o limite de projeção da copa.

Na fase adulta, é de fundamental importância que a coroa seja mantida sempre limpa, em um raio de aproximadamente 2 m, pois facilita a detecção de frutos destacados, que indicam a existência de cachos prontos para serem colhidos (Figuras 1, 2 e 3). Nessa

Figura 1 – Coroamento manual de plantas jovens em palmares (Foto: Raimundo Rocha)



Figura 2 – Coroamento de planta adulta de palma de óleo (Foto: Raimundo Rocha)



Figura 3 – Plantas de palma de óleo coroadas (Foto: Raimundo Rocha)



Figura 4 – Controle químico de plantas daninhas em palmares (Foto: Raimundo Rocha)



fase, a manutenção mista pode ser conveniente, alternando-se o coroamento manual e o químico na razão de 1:2, respectivamente. A frequência dessa prática depende das condições climatológicas. Em condições favoráveis, pode ser necessário realizá-la até seis vezes ao ano, no caso do coroamento ser realizado manualmente. Contudo, nas médias e grandes plantações, por questão de economicidade, vem prevalecendo o controle químico (Figura 4).

2.2 Roçagem das entrelinhas

Esta operação tem por objetivo favorecer a instalação das plantas utilizadas como cobertura do solo, o desenvolvimento da palmeira jovem e a movimentação dos trabalhadores na plantação. A atividade pode ser necessária de duas a três vezes por ano.

Em cultivo jovem, recomenda-se realizá-la manualmente, o que permite, na medida do possível, uma roçagem seletiva, de forma a preservar a flora útil. Se as condições de preparo da área permitem o uso de máquinas, pode-se realizá-la mecanicamente, com uma roçadeira a uma altura capaz de não prejudicar muito a leguminosa de cobertura. Na fase adulta, se as condições de preparo da área permitirem, a roçagem mecanizada é preferível.

2.3 Limpeza da bordadura do plantio

A operação tem por objetivo manter os arbustos da bordadura afastados do plantio para reduzir o sombreamento e os ataques de pragas. Pode ser realizada uma ou duas vezes por ano, manual ou mecanicamente.

2.4 Fitossanidade do plantio

A fiscalização sanitária é indispensável para tratar a tempo os diferentes danos causados por insetos, pató-

genos de natureza diversa, roedores ou quaisquer outras desordens que possam ocorrer nas palmeiras jovens e adultas. Essa fiscalização deve compreender:

– *Controles de rotina*: realizados em intervalos definidos de acordo com as condições históricas de ocorrência de problemas na região, sendo geralmente mensais. Adota-se como prática uma visita quinzenal, inspecionando-se linhas alternadas em cada passagem. Isso significa que cada árvore é inspecionada uma vez por mês, enquanto a parcela como um todo é verificada quinzenalmente. Um operário é responsável por inspecionar 200 ha.

Os pontos fiscalizados mais detidamente são:

- a base dos pecíolos e bulbos, para verificar possíveis ataques de roedores;
- a folhagem, verificando-se a ocorrência de lagartas desfolhadoras e sintomas de doenças, tais como Amarelecimento Fatal (AF), anel vermelho e deficiência de boro.

Qualquer outra anomalia não atribuída a doenças ou pragas deve ser registrada com precisão pelo responsável pela fiscalização em fichas apropriadas para cada bloco de plantio. A equipe de fitossanidade deve tratar dos problemas à medida que vão surgindo, incluindo fiscalização e troca de iscas de controle de pequenos roedores e do *Rhyncophorus*, destruição de formigueiros e identificação das palmeiras mortas (BERTHAUD et al., 2000).

– *Controles especiais*: em certos casos (pragas de raízes, doenças letais), os controles de rotina são muito imprecisos. Deve-se, então, efetuar um controle específico, sob a responsabilidade de especialistas, a fim de que medidas de tratamento ou controle sejam adotadas em tempo hábil.

– *Erradicação de palmeiras doentes*: de um modo geral, é necessário erradicar as

palmeiras doentes e as mortas pela ação de ventos e raios, tão logo os primeiros sintomas sejam identificados.

2.5 Polinização assistida

A palma de óleo é uma planta monoica, com emissões de inflorescências masculinas e femininas em ciclos alternados, tornando-se uma planta individualmente, com variações entre plantas. Quando as condições de clima e solo são bastante favoráveis, e dependendo também do material genético, as palmeiras jovens tendem a produzir inflorescências femininas conjuntamente, o que implica em grande número de aborto de cachos com má frutificação. Uma das recomendações para solucionar esse problema consiste em efetuar o plantio com materiais de procedência genética distinta. A alternativa seria, em pontos variados da plantação, “estressar” algumas plantas através de uma poda severa, visando à indução do ciclo masculino de inflorescências. Ressalta-se que a polinização da palma de óleo é entomófila, mas o inseto polinizador (*E. kamerunicus*) não sobrevive quando não há flores masculinas.

A polinização assistida já foi muito utilizada no passado, mas, atualmente, em virtude da adoção das medidas já mencionadas, tem caído em desuso; contudo, é uma prática obrigatória quando se trata de plantios de híbridos interespecíficos *E. oleifera* x *E. guineensis* (O x G) e, neste caso, a polinização não se restringe apenas à fase jovem, estendendo-se durante a fase adulta da planta, uma vez que esses híbridos apresentam baixa fertilidade polínica. Esses materiais representam atualmente a única opção para fazer frente ao Amarelecimento Fatal e são, cada vez mais, solicitados tanto por grandes quanto por pequenos produtores.

A colheita do pólen para a realização dessa prática é efetuada em plantações

adultas de palma de óleo com grande produção de inflorescências masculinas. As inflorescências a serem colhidas devem apresentar 3/4 das flores em antese. A coleta em si consiste em ensacamento da inflorescência e corte do pedúnculo. Os sacos podem ser de papel ou plástico com dimensões de 0,7 x 0,6 m. Após a coleta, deve-se deixá-las secar por algumas horas ao ar livre ou em sala climatizada; em seguida, deve-se bater o saco com a inflorescência para liberação do pólen, peneirar e deixar secar na estufa durante 12 h, a 37 - 39°C. O pólen obtido é armazenado em frascos hermeticamente fechados, que recebem inscrição de data e peso e são levados ao congelador para conservação a -18°C (BERTHAUD et al., 2000).

Para se realizar a polinização, utiliza-se uma polvilhadeira que permita a dispersão de uma nuvem da mistura constituída de talco mais 0,05 g de pólen, à razão de 4:1 por inflorescência feminina. O rendimento diário de um polinizador é de cerca de 5 ha, sendo aconselhável duas passagens por semana na mesma área (JACQUEMARD, 1995).

2.6 Limpeza pré-colheita

Seis meses antes da entrada em colheita, ou seja, aos dois anos e meio caso se considere a colheita regular a partir de três anos, recomenda-se efetuar a retirada de folhas secas e cachos que já se encontram em decomposição.

2.7 Poda

Essa prática se refere à eliminação de folhas que perderam a funcionalidade ou que, por sua localização, estejam dificultando a colheita de cachos maduros. Sua realização deve coincidir com o período de fraca a média produção. A intensidade da poda (número de folhas retiradas) é variável de acordo com a idade das palmeiras:

- até 4 ou 5 anos: evita-se cortar folhas

funcionais, de maneira a favorecer o desenvolvimento da palmeira; nessa idade, a poda se resume à retirada de folhas secas;

- de 6 a 15 anos: deixar duas folhas sob o cacho maduro ou imaturo; quando não houver cachos, deixar cinco folhas por espiral;
- após 15 anos: deixar apenas uma folha sob o cacho maduro, dada a dificuldade de se detectar cachos em plantas altas.

A frequência dessa prática está condicionada a fatores como emissão foliar e picos de produção, mas, geralmente, é realizada uma vez ao ano. O rendimento também é bastante variável, dependendo do número de folhas a serem retiradas.

Além do corte das folhas, o trabalho de poda deve ser complementado por outras atividades, que consistem em: eliminar flores masculinas secas, samambaias do estipe e coroa foliar; cortar o pecíolo e a raque das folhas, estas em dois ou três segmentos, e amontoar os mesmos na leira ou em montes entre as palmeiras na linha de plantio.

2.8 Colheita

Para uma boa execução das operações de colheita, é necessário prever o volume de produção, definir critérios de maturidade eficazes e transportar para a usina, no menor espaço de tempo possível, os cachos colhidos e os frutos destacados.

2.8.1 Previsão de colheita

Uma previsão semestral pode ser feita por contagem das inflorescências femininas e cachos, supondo-se que serão colhidos nos próximos seis meses. Essa contagem deve ser complementada com a avaliação do peso médio de cachos a serem colhidos no período, a qual deve levar

em conta resultados anteriores. Pode-se selecionar uma amostra de 5% das árvores, ou seja, uma linha sobre 20, da qual todas as árvores são observadas. A linha amostrada não se altera de uma observação para outra. O número de cachos é multiplicado pela estimação do peso médio. As variações sazonais de duração da maturação e a dificuldade de se estimar o peso médio podem causar sub ou superestimação da produção (JACQUEMARD, 1995).

2.8.2 Critérios de maturidade e frequência de colheita

O teor de óleo no cacho continua incrementando até os últimos dias que antecedem a colheita. Quando os primeiros se destacam, o cacho é considerado maduro. A maturação dos cachos não é uniforme: a progressão ocorre do alto para baixo e do exterior para o interior do cacho. Numerosos fatores intervêm no processo de maturação e na taxa de frutos destacados: clima, idade das palmeiras, origem genética e duração dos intervalos de colheita (BERTHAUD et al., 2000).

Considera-se como estado ótimo de colheita quando o cacho colhido contém o máximo teor de óleo com o mínimo de frutos destacados e um nível razoável de acidez. Quanto menor a quantidade de ácidos graxos livres, melhor será a qualidade do óleo. Em um fruto maduro, o teor de ácidos graxos livres é de 0,5% e, em cachos que foram colhidos e processados sem atraso, esse teor é cerca de 2% (COORLEY e TINKER, 2003).

A colheita dos frutos destacados é uma operação dispendiosa. Muitas vezes, uma parte significativa do óleo é perdida em função dos frutos soltos que são arremessados longe da coroa das plantas, impedindo ou dificultando a colheita dos mesmos. Para amenizar essa perda, um padrão de amadurecimento do cacho deve ser previamente definido para os

colhedores. A tendência, atualmente, é aceitar como padrão mínimo de amadurecimento a existência de um fruto destacado no cacho ou no solo quando se tratar de plantas altas, que não permitem uma visualização mais próxima.

Para garantir a boa qualidade da colheita, é necessário realizar de três a quatro turnos de colheita nos meses de maior produção, e dois turnos nos meses de menor produção. É uma operação exclusivamente manual, pois, até o momento, todos os protótipos de máquinas testados não mostraram ser eficientes. As ferramentas utilizadas são de vários tipos e o seu uso depende da idade da planta: da entrada em colheita até o quarto ano utiliza-se o cinzel; do quinto ao sexto ano utiliza-se indistintamente o ferro de cova ou a pá de corte. A partir do momento em que os cachos não são mais facilmente alcançados com as ferramentas precedentes, utiliza-se a foice malasiana (JACQUEMARD, 1995; BERTHAUD et al., 2000).

2.8.3 Retirada dos cachos até a bordadura da parcela

Essa operação pode ser realizada manualmente, com carrinhos de mão, com tração animal ou mecanicamente (Figura 5). A retirada manual ocorre apenas em situações em que a topografia não favorece o uso de alternativas. A utilização de carrinho de mão melhora o rendimento/dia de 10 a 30% em relação à retirada manual. A capacidade diária de colheita e retirada de cachos é de 200 a 800 kg em plantios jovens, e de 600 a 2.200 kg em plantios adultos. A utilização de animais vem sendo muito utilizada, principalmente na América Latina. Caso se utilize uma junta de bois atrelada a uma carroça com cesto basculante de 500 kg de carga útil, são necessários três operários (um condutor e dois carregadores), e o rendimento médio por homem/dia pode chegar a 2.300 kg de cachos (JACQUEMARD, 1995).

A retirada mecanizada de cachos é viável quando a produção da parcela for superior a 400 kg/ha/turno de colheita. Dois sistemas de transporte são possíveis: um deles consiste na retirada de cachos até a bordadura da parcela, empregando-se pequenos tratores agrícolas de 30 HP acoplados a uma carroceria basculante com capacidade de 3 t e uma equipe constituída de um motorista e dois carregadores. O rendimento médio da equipe pode alcançar 20 t de cachos/dia. Outro sistema consiste na retirada de cachos e transporte direto até a usina. Pode-se empregar tratores agrícolas de 60 HP equipados com uma carreta agrícola de 3 a 4 t de carga útil em plantações com mais de cinco anos e em áreas bastante planas. Com uma equipe de três pessoas, é possível transportar de 12 a 18 t de cachos/dia até a usina, a uma distância de 7 a 10 km (BERTHAUD et al., 2000).

2.8.4 Transporte dos cachos até a usina

Quando os cachos são dispostos na bordadura da parcela, devem ser transportados à usina o mais rapidamente possível. Para que se obtenha uma boa qualidade de óleo, recomenda-se que, da colheita ao início do processamento, o tempo transcorrido não exceda 48 h. Para pequenas distâncias, podem ser utilizados tratores equipados com carretas com capacidade de 3 a 10 t. É necessária uma equipe constituída de um motorista e dois carregadores. Para distâncias mais longas, é preferível utilizar caçambas com capacidade mínima de 7 t. Estas podem ser equipadas com guindaste para faci-

Figura 5 – Recolhimento de cachos de palma de óleo com microtrator (Foto: Raimundo Rocha)



tar o carregamento com o uso de redes. A equipe é constituída de um motorista e três carregadores. O rendimento depende essencialmente da distância a ser percorrida e da capacidade de carga do equipamento utilizado (JACQUEMARD, 1995).

2.9 Coeficientes técnicos

Os coeficientes das várias práticas de manutenção de palma de óleo são muito variáveis, uma vez que as condições específicas de cada plantação têm que ser observadas. Assim, eles devem ser ajustados aos projetos considerando a localidade, as condições de topografia e vegetação da área, a capacidade gerencial e a experiência na execução das atividades.

Nas Tabelas 1, 2 e 3 são apresentados os coeficientes técnicos para 1 hectare de palma de óleo, tomando como base descrições satisfatórias desses coeficientes apresentadas em Berthaud et al. (2000), Corley e Tinker (2003), Rankine e Fairhurst (1999a), Rankine e Fairhurst (1999b) e observações realizadas em projetos de pesquisa e plantações comerciais conduzidos nas condições amazônicas.

Tabela 3 – Coeficientes técnicos para as atividades de colheita de cachos e coleta de frutos de palma de óleo

Colheita dos cachos	Quantidade	Rendimento
Ano 3	5,5 h/d/t	0,2 t/h/d
Ano 4	1,2-2,5 h/d/t	0,4 – 0,8 t/h/d
Ano 5	1,2-2,0 h/d/t	0,5 – 0,8 t/h/d
Ano 6 a 19	0,5-1,7 h/d/t	0,6 – 2,0 t/h/d
Ano 20 a 30	2,0 h/d/t	0,5 t/h/d
Coleta dos cachos (caçamba com guindaste)	0,1 h/d/t	10 t/h/d
Controles da colheita e do transporte	0,01 h/d/ha	100 ha/h/d

3. Referências bibliográficas

BERTHAUD, A.; NUNES, C. D. M.; BARCELOS, B.; CUNHA, R. N. C. Implantação e exploração da cultura do dendezeiro. In: VIÉGAS, I. J. M.; MÜLLER, A. A. (Ed.). **A cultura do Dendezeiro na Amazônia Brasileira**. Belém: EMBRAPA Amazônia Oriental; Manaus: Embrapa Amazônia Ocidental, 2000. p. 193-222.

CORLEY, R. V. H.; TINKER, P. B. **The oil palm**. 4 ed. Londres: Blackwell Science, 2003.

JACQUEMARD, J. C. **Le palmier à huile**. Paris: Maisonneuve & Larose, 1995. 207 p. Le Technicien d'agriculture tropicale.

RANKINE, I. R.; FAIRHURST, T. H. **Field Handbook: oil palm series volume 2 - immature**. Singapore: Potash & Phosphate Institute (PPI); Saskatoon: Potash & Phosphate Institute of Canada, 1999a. 154 p.

RANKINE, I. R.; FAIRHURST, T. H. **Field Handbook: oil palm series volume 3- Mature**. 2 ed. Singapore: Potash & Phosphate Institute (PPI); Saskatoon: Potash & Phosphate Institute of Canada, 1999b. 135 p.

Avaliação do estado nutricional e manejo da fertilidade do solo para a produção sustentável da cultura da palma de óleo na Amazônia

Maria do Rosário Lobato Rodrigues, Paulo César Teixeira, Jeferson Luis Vasconcelos de Macedo, Raimundo Nonato Vieira da Cunha, Ricardo Lopes, Raimundo Nonato Carvalho da Rocha e Wenceslau Gerales Teixeira

1. Introdução

A definição de doses adequadas de nutrientes deve ser fundamentada primordialmente no conhecimento das exigências da cultura e na identificação da capacidade dos solos de fornecer esses nutrientes às plantas. Os métodos para determinação das deficiências nutricionais da palma de óleo (dendzeiro) são: diagnose visual, análise química do solo, ensaios de adubação e diagnóstico/análise foliar. Individualmente, esses métodos não podem ser aplicados para a definição de um programa de adubação, devendo ser utilizados, preferencialmente, em conjunto.

A observação visual das deficiências no palmar é frequentemente utilizada como meio auxiliar, associando-se as anormalidades apresentadas pelas plantas às deficiências prováveis, que muitas vezes só se manifestam com sintomas visíveis muito tardiamente. Por outro lado, a análise química do solo, que determina os elementos assimiláveis pela palma de óleo, presta um grande auxílio quando se

pretende estabelecer os princípios gerais de uma política de adubação na fase inicial de implantação da cultura. Entretanto, chama-se a atenção para o fato de que a ocorrência de nutrientes no solo em quantidades disponíveis consideradas suficientes não indica que a planta está utilizando tais elementos, pois vários fatores podem afetar a absorção, como disponibilidade de água, aeração, temperatura do solo, interações entre os elementos, presença de microrganismos, entre outros, além daqueles inerentes à própria planta.

A definição de um programa de adubação equilibrado que atenda às necessidades fisiológicas da planta é fator indispensável para a obtenção de um bom rendimento e para a manutenção de níveis satisfatórios de produção. Os fatores essenciais do balanço dos elementos minerais são, por um lado, o consumo pelas plantas e as perdas por lixiviação, erosão e volatilização e, por outro, o fornecimento pelo solo e pela adubação. Assim, o suprimento inadequado de nutrientes, seja pela falta, excesso, ou mesmo desbalanço, pode promover distúrbios nas reações

fisiológicas das plantas que, por sua vez, podem restringir o crescimento, a produção e aumentar o estresse, ocasionando maior predisposição e susceptibilidade a pragas e doenças. No Estado do Amazonas, onde os preços do transporte e dos fertilizantes elevam demasiadamente os custos de produção, é particularmente importante maximizar a eficiência no uso dos mesmos.

Neste capítulo, procura-se fornecer informações básicas sobre a avaliação do estado nutricional da palma de óleo, com ênfase para o sistema de recomendação de fertilizantes para a cultura com base no diagnóstico foliar e nos resultados das pesquisas desenvolvidas na região.

2. Avaliação da fertilidade do solo

Antes da implantação do palmar, é indispensável realizar a análise de solo para se conhecer as quantidades de nutrientes nele disponíveis e para que os adubos sejam adicionados em quantidades adequadas. Nesse sentido, a análise do solo, que gera um diagnóstico das condições de fertilidade, constitui uma valiosa ferramenta para a predição da necessidade ou não de correção e de adubação na fase inicial de implantação da cultura. Essa análise pode, ainda, indicar as mudanças nas reservas de nutrientes do solo durante o ciclo do cultivo causadas pela aplicação dos fertilizantes e pelo manejo adotado, servindo também como complemento da avaliação nutricional da palma de óleo.

Por outro lado, a correta avaliação do solo dependerá, em grande parte, do método de amostragem e dos cuidados ao realizá-la. Assim, para que as amostras coletadas sejam representativas da área

amostrada do terreno, torna-se necessário seguir alguns critérios, descritos por Rodrigues et al. (2002), relativos à elaboração de um croqui de campo, ao tamanho das glebas x número de amostras, à profundidade e ao local de coleta das amostras, entre outros cuidados.

3. Avaliação do estado nutricional da palma de óleo

3.1. Sintomas de deficiências

A diagnose visual é uma técnica simples, baseada no fato de que plantas com deficiência acentuada ou excesso de um dado elemento apresentam, normalmente, sintomas visíveis e característicos dos distúrbios provocados pelo elemento em questão. Deve-se, entretanto, chamar a atenção para dois aspectos:

- a) antes de aparecerem sintomas de deficiências visíveis e típicos de um elemento, o crescimento e a produção já poderão estar comprometidos; portanto, esta técnica não se aplica na detecção da fome ou toxidez oculta;
- b) a distinção visual das deficiências exige pessoal qualificado e deve ser utilizada, preferencialmente, como um meio auxiliar de avaliação do estado nutricional da palma de óleo (MALA-VOLTA et al., 1997). Por outro lado, a inspeção do palmar, quando bem efetuada, permite detectar e interpretar os sintomas de deficiências e o efeito dos nutrientes aplicados. Na Tabela 1, estão sumarizados os principais sintomas e causas de deficiências nutricionais na palma de óleo já observados na região.

Tabela 1 – Sintomas e causas de deficiências nutricionais na palma de óleo na Amazônia

Fontes: Pacheco et al. (1985), Fairhurst (1998), Rodrigues (1993), Viégas e Botelho (2000) e Rodrigues et al. (2002)

Nutriente	Sintomas	Causas
Nitrogênio (N)	<p>Descoloração dos folíolos na sequência: verde, verde-pálido, verde-amarelado e amarelado e seco. Essa descoloração afeta primeiro as folhas mais novas, progredindo para as mais velhas à medida que a deficiência se acentua. As plantas com deficiência severa de N têm o ráquis e as nervuras centrais dos folíolos de cor amarelada e a folha tende a encurvar. Se os sintomas são agudos e persistentes, observa-se uma redução generalizada no desenvolvimento vegetativo da palma de óleo.</p>	<p>Solos arenosos pobres em húmus ou precariamente drenados, ou, ainda, solos mal drenados, em decorrência de compactação ou quando a alteração das estações secas e úmidas gera um forte movimento do nível do lençol freático, ocasionando asfixia periódica das raízes.</p>
Fósforo (P)	<p>Não apresenta sintomas visuais típicos, mas observa-se uma redução do crescimento e da produção. Estípe em formato de pirâmide e secamento prematuro das folhas mais velhas podem estar associados à deficiência de fósforo. Áreas deficientes em P também podem ser identificadas pela predominância de gramíneas sobre as leguminosas que têm dificuldade em se estabelecer como plantas de cobertura e, em alguns casos, pela presença de uma cor púrpura nas gramíneas.</p>	<p>Baixa disponibilidade, devido às baixas concentrações de P disponíveis no solo; fixação pelo solo e/ou aplicação inadequada; pH baixo.</p>
Potássio (K)	<p>Os sintomas foliares de deficiência de potássio mais comuns são: manchas alaranjadas confluentes e descoloração difusa verde-amarelada para amarelo pálido que aparecem nos folíolos das folhas baixas e intermediárias. Normalmente, quando os teores foliares em K são inferiores a 6 g kg⁻¹, um necrosamento marginal é desenvolvido ao longo dos folíolos, começando pelo ápice; as manchas alaranjadas podem tornar-se necróticas e ser o sítio de uma invasão patogênica secundária, secando posteriormente. Ocasionalmente, plantas isoladas podem ser encontradas com esses sintomas, tendo ao redor outras que não os apresentam; nesse caso, os sintomas são mais um efeito genético que uma deficiência de K.</p>	<p>Concentrações muito baixas de K trocável (<0,15 cmolc kg⁻¹); solos arenosos, muito ácidos e/ou turfosos. Estresse hídrico muito forte. Excesso de cálcio proveniente da calagem e/ou do adubo fosfatado, assim como um excesso de magnésio, pode induzir ou acentuar a deficiência em K.</p>
Magnésio (Mg)	<p>A deficiência se manifesta como uma clorose das folhas velhas, que exibem coloração amarelo-laranja claro. Os primeiros sintomas aparecem como manchas de cor verde-oliva ou ocre nas pontas dos folíolos velhos mais expostos à luz solar. A medida que se agrava a deficiência, a cor muda para amarelo brilhante ou amarelo profundo e, eventualmente, as folhas afetadas secam. As manchas cloróticas podem ser afetadas mais tarde por invasões de microrganismos, principalmente fungos como <i>Pestalotiopsis griseilis</i>. Os sintomas de deficiência de Mg são sempre mais pronunciados em folíolos expostos à luz solar; nas partes protegidas não há clorose, isto é, os folíolos ou parte de sua superfície que estão na sombra permanecem verdes, sintoma característico da diagnose visual, conhecido como "efeito sombra". Muitas plantas parecem ser geneticamente predispostas à deficiência de Mg.</p>	<p>Solos contendo baixos teores de Mg (<0,2 cmolc kg⁻¹); também em solos de textura leve e em solos ácidos, nos quais a camada superficial tenha erodido. A deficiência de Mg pode ser induzida ou acentuada por uma forte adubação potássica.</p>

Tabela 1 – Sintomas e causas de deficiências nutricionais na palma de óleo na Amazônia (continuação)

Nutriente	Sintomas	Causas
Boro (B)	<p>A maioria dos sintomas morfológicos de deficiência de B apresenta anormalidades no desenvolvimento das folhas mais novas, denominadas de “folha curta”, “folha de gancho”, “folha espinha de peixe”, “folha de baioneta”, “banda branca do folíolo”. Folhas deficientes em B, além de mal formadas e enrugadas, são também quebradiças e de cor verde escuro. O primeiro sintoma de deficiência de B é o encurtamento das folhas jovens, dando às plantas um aspecto de patamar, “copa plana”. Sintomas que se assemelham à deficiência de B podem ser induzidos também por uma bactéria do gênero <i>Erwinia</i> (<i>bud-rot</i>) ou mesmo por anomalias genéticas (<i>litle-leaf</i>)</p>	<p>Baixo teor no solo (< 0,3 a 0,5 mg kg⁻¹ de B, extraído por água quente). As deficiências de B podem ser acentuadas por uma aplicação de doses elevadas de NPKa e/ou quando as condições edafoclimáticas são muito favoráveis a um desenvolvimento rápido e a uma alta produção (alta precipitação). Solos com pH muito baixo (<4,5) ou muito alto (>7,5). Inadequada aplicação de B.</p>
Cobre (Cu)	<p>Os sintomas de deficiência de Cu iniciam com o aparecimento de manchas cloróticas nas primeiras folhas abertas e, à medida que avança a deficiência, as folhas novas começam a ficar curtas; os folíolos afetados amarelecem do ápice até o centro e, posteriormente, necrosam e secam. Nos viveiros e plantações jovens da Amazônia, os sintomas essenciais são: o aparecimento, nas folhas novas, de pequenas manchas cloróticas de forma retangular que, em seguida, podem reunir-se, formando acumulações paralelas às nervuras, de contorno irregular. Pode-se observar, também, o desenvolvimento de pequenas necroses nas extremidades dessas folhas, dando ao viveiro um aspecto geral bronzeado; a emissão foliar é mais lenta e as folhas, mais curtas; ocorre uma redução no crescimento que pode ser acompanhado de perdas consideráveis de produção.</p>	<p>A deficiência de Cu tem sido observada sobre certos tipos de solos bem particulares e ricos em matéria orgânica (turfas). Também se tem observado, em experimentos de adubação no Brasil, a ocorrência de deficiência em Cu associada às doses mais elevadas dos nutrientes NPK.</p>

3.2. Diagnóstico Foliar da palma de óleo

Em geral, a parte da planta mais utilizada para a avaliação nutricional é a folha, pois é o órgão que contém a maior porcentagem dos nutrientes e que melhor reflete o estado nutricional da maioria dos elementos, principalmente aqueles que afetam diretamente a fotossíntese. Os estudos sobre nutrição mineral da palma de óleo, aliados à filotaxia da planta, que facilita a identificação correta das folhas, permitiram que o diagnóstico foliar fosse utilizado como ferramenta básica nos programas de adubação durante a fase produtiva da cultura. Análises foliares podem ser suplementadas por análises dos tecidos da ráquis (armazenamento de nutrientes) e do solo. Usando tais informações, as frequências de aplicações e as fontes de fertilizantes podem ser objetivamente determinadas. Estudando a resposta da palma de óleo à aplicação de fertilizantes, Rodrigues (1993) verificou que a análise foliar é um instrumento bastante eficiente para avaliação e controle do estado nutricional da palma de óleo.

3.3. Fatores envolvidos na interpretação dos resultados

Nos últimos anos, tem-se intensificado o uso da análise foliar como instrumento de diagnose do estado nutricional das plantas e da fertilidade do solo, fornecendo subsídios para as recomendações de adubação, principalmente de culturas perenes. Entretanto, chama-se a atenção para as necessidades de pesquisas, visando principalmente:

- definir as reais exigências nutricionais da planta, levando em consideração os fatores envolvidos, como material genético e condições pedoclimáticas;
- conhecer a resposta da planta à aplicação de fertilizantes nos diferentes sistemas de cultivos praticados;

- estabelecer os fatores de variação dos teores foliares, os níveis críticos e a interação entre os elementos, possibilitando, assim, o uso dessa técnica como instrumento de diagnose do estado nutricional da planta para fins de recomendação de adubação da cultura e aumento na eficiência das adubações.

O método de diagnose foliar baseia-se no fato, demonstrado experimentalmente, de que, dentro de certos limites, há uma relação direta e positiva entre teor foliar, crescimento e produção. Portanto, é de se esperar que um aumento na concentração de um determinado elemento (ou elementos) na folha corresponda a um aumento de produção. Em uma plantação de palma de óleo, o controle da nutrição mineral se apoia na associação estreita entre a experimentação de campo e a informação do diagnóstico foliar. A situação e o dispositivo estatístico da experiência de referência são escolhidos de forma a serem representativos da plantação, levando em conta o conhecimento já existente (análise do solo, experiências anteriores).

3.4. Fatores de variação dos teores foliares

Vários fatores estão envolvidos na interpretação dos resultados da análise foliar. Entre os fatores que influenciam direta e indiretamente os teores dos nutrientes nas folhas da palma de óleo, pode-se destacar:

- A origem e o potencial genético do material vegetal – a nutrição mineral da palma de óleo pode variar em função da origem genética do material vegetal. Nesse sentido, dados experimentais têm evidenciado um comportamento diferenciado para o potássio e para o magnésio em função da categoria do material vegetal plantado (OCHS e OLIVIN, 1977). A maior

ou menor demanda por nutrientes depende, portanto, das características genéticas do material vegetal que podem ser potencializadas pela seleção x melhoramento.

- A posição e a idade das folhas – a amostragem realizada sobre uma folha de referência, isto é, constituída de folhas coletadas em uma mesma posição em todas as plantas, minimiza as fontes de variação e aumenta a representatividade da amostra, sendo que os resultados obtidos devem ser comparados aos níveis críticos de folhas também da mesma posição e estágio fisiológico. A concentração foliar de nitrogênio, fósforo e potássio diminui com a idade da folha; para o magnésio foliar, não há uma tendência muito definida, enquanto o cálcio foliar aumenta com a idade da folha (HARTLEY, 1988). Os estudos dos teores dos elementos minerais em função da posição das folhas, portanto, em função do envelhecimento do tecido vegetal, mostram gradientes muito similares de uma situação a outra para os vários elementos (PREVOT e PEYRE DE MONTBRETON, 1958).
- A idade das plantas – é indispensável que, para constituir uma amostra, as plantas selecionadas sejam todas da mesma idade. Entre as várias razões que justificam a necessidade desse cuidado destaca-se o fato de que as plantas que ainda não iniciaram sua produção apresentam um comportamento diferente daquelas que já estão produzindo, pois, nestas últimas, há exportação de nutrientes para os frutos e, conseqüentemente, para fora da plantação. Como o potássio é um dos nutrientes mais demandados pelos frutos, observa-se uma tendência de diminuição dos teores foliares desse mineral em função da idade

das plantas. No caso do nitrogênio, as pesquisas têm evidenciado que os teores foliares desse elemento podem variar naturalmente de 30 a 23 g kg⁻¹ em função da idade. Para o cálcio, verificou-se um comportamento inverso ao do potássio e ao do nitrogênio; isto é, houve um aumento nos teores foliares desse elemento em função do envelhecimento das plantas. O fósforo, o magnésio e o cloro não mostraram um padrão de variação bem definido em função da idade das plantas (BACHY, 1965; KNECHT et al., 1977; HARTLEY, 1988).

- As condições ambientais – as condições pedoclimáticas constituem um dos principais fatores de variação nos estudos da relação entre teores de nutrientes nas folhas x crescimento/produção. As informações sobre o solo, principalmente no que se refere à disponibilidade de água e nutrientes, são de suma importância para consolidar a interpretação da análise foliar. A composição mineral das folhas flutua sensivelmente no decorrer do ano dependendo das condições climáticas, sendo que a pluviometria desempenha papel preponderante sobre essa variação e, em menor grau, a insolação. Vale apenas lembrar que a água é o principal veículo de transporte dos nutrientes no processo de absorção e translocação. Os teores foliares de potássio e nitrogênio, por exemplo, são fortemente influenciados pelo regime hídrico (OLLAGNIER e OCHS, 1981; RODRIGUES et al., 1999).
- Os aspectos fitossanitários – a presença de pragas e doenças, bem como o histórico da aplicação de tratamentos, são fatores que devem ser levados em consideração na interpretação dos resultados da análise foliar, pois

influenciam a composição mineral das folhas e podem ter efeito na absorção, no transporte, na redistribuição e no metabolismo dos nutrientes. Algumas substâncias usadas nos tratamentos fitossanitários possuem em suas composições elementos que são nutrientes, tais como fósforo, cobre e cloro. Por outro lado, plantas afetadas por pragas e doenças podem exteriorizar sintomatologias que se assemelham a algumas deficiências nutricionais. Bactérias do gênero *Erwinia*, por exemplo, podem induzir na palma de óleo sintomas que se assemelham à deficiência de boro.

- Os tratos culturais – o estado nutricional da palma de óleo pode ser influenciado pelo manejo dado à cultura. As culturas intercalares, por exemplo, podem enriquecer o solo em nutrientes ou empobrecê-lo pela remoção deles. As leguminosas, normalmente utilizadas nas plantações de palma de óleo, quando bem instaladas e manejadas, enriquecem o solo em nitrogênio, contribuindo para que teores foliares na palma de óleo atinjam valores adequados mesmo na ausência da aplicação do fertilizante (RODRIGUES et al., 1999). Por outro lado, é comum observar teores de nitrogênio e fósforo significativamente inferiores nas folhas da palma de óleo quando na cobertura do solo predominam gramíneas (GRAY e KEW, 1968).

- Os aspectos nutricionais – entre os vários fatores envolvidos na interpretação dos resultados da análise foliar, destacam-se como de primordial importância o nível crítico, as interações e os sintomas de deficiência, por constituírem a base de utilização da análise foliar para determinação da necessidade de adubação da palma de óleo. Assim, o conhecimento da concentração dos nutrientes nos diversos órgãos da planta em sucessivos estádios de desenvolvimento é condição essencial para ajudar no entendimento de problemas nutricionais e nas recomendações de adubação.

3.5. Nível Crítico

O método de diagnose foliar baseia-se no fato, demonstrado experimentalmente, de que, dentro de limites, há uma relação direta e positiva entre teor foliar, crescimento e produção. Portanto, é de se esperar que um aumento na concentração de um determinado elemento ou elementos na folha corresponda a um aumento de produção.

Os vários estudos desenvolvidos sobre a nutrição mineral da palma de óleo permitiram o estabelecimento dos níveis críticos, que se revelaram válidos na grande maioria dos casos (Tabela 2). Considera-se como nível crítico de um dado elemento o valor abaixo do qual a probabilidade de resposta ao uso de fertilizantes é alta. Entretanto, em áreas onde as condições ambientais estimulam altas produções,

Tabela 2 – Níveis críticos dos macronutrientes (g.kg⁻¹) definidos para a folha 9 (PREVOT; OLLAGNIER, 1956) e folha 17 (BACHY, 1964)

	N	P	K	Ca	Mg
Folha Nº 9	27.0	16.0	12.5	5.0	2.3
Folha Nº 17	25.0	15.0	10.0	6.0	2.4

pode-se facilmente encontrar níveis críticos mais baixos. Dentro desse contexto, é importante ressaltar que o emprego rigoroso da diagnose foliar implica na definição de níveis críticos, considerando as condições locais, incluindo a viabilidade econômica do uso dos fertilizantes.

Os níveis críticos dos micronutrientes – Boro (B), Cobre (Cu), Ferro (Fe), Manganês (Mn), Molibdênio (Mo) e Zinco (Zn) – na palma de óleo ainda não estão bem definidos. Entretanto, na folha 17, é comum encontrar as seguintes faixas de concentrações (mg.kg⁻¹): B de 10 a 25, Cu de 4 a 15, Fe de 60 a 350, Mn de 80 a 1000, Mo de 0,5 a 5 e Zn de 9 a 39.

No Brasil, resultados sobre concentrações de nutrientes em folhas de plantas de palma de óleo têm sido obtidos através dos experimentos de nutrição e adubação. As variações nos teores alcançados por Chepote et al. (1988), Viégas (1993) e Rodrigues (1993) são apresentados na Tabela 3. Em geral, as concentrações não apresentaram uma marcante variação.

3.6. Interação entre os nutrientes

Em teoria, podem ocorrer interações entre todos os nutrientes originários de sinergismos ou de antagonismos de absorção, de equilíbrios iônicos ou estruturais, mas, na prática, considera-se interessante apenas a interação dos macronutrientes – Nitrogênio (N), Fósforo (P), Potássio (K) e Magnésio (Mg). As interações mais frequentemente encontradas são entre N e P, N e K, K e Mg, e K e B, apesar de que outras interações podem ser muito mais significativas sob condições específicas, como por exemplo: em solos argilosos da Amazônia deficientes em P não se tem resposta à aplicação de N e K, a menos que a deficiência de P seja corrigida. Em um plantio de palma de óleo, o excesso de um determinado nutriente pode conduzir a um efeito depressivo sobre a produção, e um equilíbrio correto entre os nutrientes pode induzir interações positivas, especialmente para os solos com baixo poder tampão (RODRIGUES et al., 1997).

Tabela 3 – Variações nos teores foliares dos nutrientes em palmares no Brasil e faixa de concentração considerada ótima

Fontes: ¹Chepote et al. (1988); ²Viégas (1993); ³Rodrigues (1993); ⁴Uexkull e Fairhurst (1991).

Nutriente	Local			Faixa Ótima ⁴
	Bahia ¹	Pará ²	Amazonas ³	
N (g kg ⁻¹)	22,6 - 26,3	28,8 - 27,5	22,2 - 27,0	26,0 - 29,0
P (g kg ⁻¹)	1,40 - 1,90	1,20 - 1,60	1,31 - 1,76	1,60 - 1,90
K (g kg ⁻¹)	10,1 - 14,9	6,80 - 16,7	5,25 - 13,46	11,0 - 13,0
Ca (g kg ⁻¹)	11,6 - 16,4	5,20 - 11,9	7,28 - 10,8	5,0 - 7,0
Mg (g kg ⁻¹)	2,30 - 3,20	2,10 - 2,80	2,01 - 3,69	3,0 - 4,5
S (g kg ⁻¹)	-	1,60 - 2,10	1,65 - 2,06	2,5 - 4,0
Cl (g kg ⁻¹)	-	3,30 - 6,50	3,43 - 7,53	5,0 - 7,0
B (mg kg ⁻¹)	-	17,2 - 25,3	15,7 - 26,7	15,0 - 25,0
Cu (mg kg ⁻¹)	-	-	3,4 - 7,0	5,0 - 8,0
Zn (mg kg ⁻¹)	-	-	8,4 - 12,9	12,0 - 18,0

Um exemplo de interação positiva (sinérgismo) é a que ocorre entre o nitrogênio (N) e o fósforo (P). O sinérgismo de absorção e assimilação do nitrogênio e do fósforo na palma de óleo pode ser explicado pela relação N/P, proposta por Ollagnier e Ochs (1981), na qual o nível ótimo de fósforo varia em função do teor de nitrogênio, com uma relação linear: $P(\%) = 0,0487 N(\%) + 0,039$. Considerando o nível crítico adotado para cada um desses elementos, podemos dizer que:

- a relação N/P em torno de 16 indica que a nutrição em P e N está balanceada (o equilíbrio entre os dois nutrientes é bom); entretanto, cada aporte de adubo nitrogenado deve ser acompanhado de adubo fosfatado para não gerar desequilíbrio;
- se $N/P > 16$, existe um déficit em P em relação ao N e, neste caso, não é válido fazer a adubação nitrogenada sem previamente fornecer o fósforo;
- se $N/P < 16$, indica que a planta está relativamente bem nutrida em P em comparação com uma nutrição em N deficiente; daí a necessidade, neste caso, de um aporte de N.

Atenção especial deve ser dada às mudanças do equilíbrio iônico, pois é comum na palma de óleo a ocorrência de relações antagônicas entre os cátions potássio, magnésio e cálcio. O potássio é o nutriente exportado em maior quantidade pela produção dos cachos. Por outro lado, a aplicação de K necessária para manter produções elevadas pode induzir a deficiência de magnésio e a baixa relação Mg/K nos solos, causada por uma nutrição desequilibrada, evidenciando que as doses de adubos devem ser balanceadas. Nesse sentido, é interessante considerar os estudos sobre a variabilidade e outros aspectos da soma dos cátions $K + Ca + Mg$, desenvolvidos por Prevot e Ollagnier (1954)

e Knecht et al. (1975), que demonstraram que essa soma é relativamente constante e em torno de 2, sendo a distribuição das porcentagens ótimas correspondentes aos teores para cada elemento sobre a matéria seca da folha 17, de aproximadamente 58 % de K (11,5 g kg⁻¹ m.s), 30 % de Ca (6,0 g kg⁻¹ m.s) e 12 % de Mg (2,4 g kg⁻¹ m.s).

Diante do exposto, verifica-se que a interpretação dos resultados da análise foliar, visando à adequação das recomendações de adubação, deve ser baseada não somente no nível absoluto dos elementos (aspecto quantitativo da nutrição), mas também na relação entre os elementos – sinérgismos e antagonismos (aspectos qualitativos da nutrição) –, pois a dose ótima de um elemento sempre depende da dose aplicada de outro elemento.

4. Adubação da palma de óleo

4.1. Resposta

As curvas de resposta aos adubos, e mesmo os níveis críticos, não têm um caráter universal. Convém, portanto, interpretar os resultados das análises foliares tendo em conta as condições do meio, particularmente as hídricas e as características do solo, a idade das plantas e seu potencial produtivo, bem como a viabilidade econômica do uso dos fertilizantes.

Dentro desse enfoque, a Embrapa Amazônia Ocidental realizou estudos buscando conhecer o comportamento e as principais exigências nutricionais da palma de óleo nas condições pedoclimáticas da região. Os resultados obtidos nessas pesquisas permitiram identificar respostas da palma de óleo à aplicação de fertilizantes e formular as recomendações de

adubação para as condições da Amazônia Ocidental.

Na Amazônia, em geral, a palma de óleo é cultivada predominantemente em latossolos e argissolos de textura média a muito argilosa, geralmente distróficos e/ou álicos, com soma de bases diminuindo acentuadamente em profundidade. Devido à pobreza química do solo, tem-se verificado uma relação estreita entre o crescimento e a produção e o conteúdo de P nos solos, bem como uma sensibilidade à deficiência em K e Mg. Devido à adsorção e à pobreza natural em P desses solos, durante a idade jovem da palma de óleo, uma dose elevada de fosfato é necessária para melhorar os teores de P com relação aos equilíbrios N-P. Convém, entretanto, a partir da idade de seis anos, reduzi-la ao mínimo para evitar um efeito depressivo exagerado sobre os teores de potássio. Os resultados das pesquisas realizadas na Amazônia indicam ser o P o nutriente que mais influencia o desenvolvimento e a produtividade da palma de óleo (PACHECO et al., 1985; RODRIGUES, 1993).

O nitrogênio também apresenta comportamento semelhante em relação ao crescimento e ao desenvolvimento da palma de óleo. Entretanto, na fase adulta, não se tem observado resposta significativa à adubação nitrogenada, devido, muito provavelmente:

- ao desenvolvimento e estabelecimento do sistema radicular que, a partir do quinto ano, já estará ocupando a região das entrelinhas, explorando um volume maior de solo;
- ao manejo dado à cultura: formação de leiras com o resíduo vegetal remanescente do preparo de área; utilização de uma leguminosa fixadora de N como cobertura do solo; deposição das folhas podadas, que pode representar de 11 a 16 t ha⁻¹ ano⁻¹

(HARTLEY, 1988) e, juntamente com a biomassa das plantas de cobertura, constitui uma importante fonte de matéria orgânica para o sistema;

- aos mecanismos de aproveitamento do nitrogênio inerentes à planta.

As pesquisas realizadas em função do desenvolvimento das plantas, do manejo no cultivo e dos mecanismos de suficiência em nitrogênio da palma de óleo (BALDANI et al., 1997; RODRIGUES et al., 1997; REIS et al., 2000; SCHROTH et al., 2000) explicam parte das hipóteses levantadas para que, na fase adulta, as aplicações do adubo nitrogenado sejam minimizadas.

Nos plantios de palma de óleo, a leguminosa *Pueraria phaseoloides* é a planta mais utilizada como cobertura do solo. Para permitir um estabelecimento mais rápido e vigoroso da leguminosa e evitar possível competição com a palma de óleo, recomenda-se que seja feita uma adubação fosfatada no plantio em torno de 150 kg ha⁻¹ de P₂O₅ e, nos anos subsequentes, nas entrelinhas da palma de óleo de 86 kg ha⁻¹ de P₂O₅.

Atenção especial deve ser dada ao equilíbrio dos cátions Ca - K - Mg a partir do terceiro ano de plantio, quando a entrada das plantas em colheita e o efeito depressivo causado pelo cálcio contido na fonte de fósforo acentuam a deficiência em K, passando as plantas a exteriorizarem sintomas típicos de deficiência em K (Tabela 1) relacionados com níveis de K ≤ 6 g kg⁻¹ na matéria seca da folha 17.

Cuidados também devem ser tomados na utilização contínua das fórmulas NPK, pois interações negativas podem ocorrer e a disponibilidade de outros nutrientes exigidos em menor quantidade pelas plantas, como é o caso de B, Cu e Zn, pode tornar-se fator limitante da produção. A deficiência de boro no campo, por exemplo, tem se exteriorizado quando o cres-

cimento da planta é melhorado pela aplicação de uma adubação mineral; existe uma relação entre a necessidade de boro pela palma de óleo e o seu crescimento. Quando a palma de óleo é cultivada em solos pobres em B e este não é fornecido pela adubação, observam-se, com frequência, anormalidades no desenvolvimento da planta, com possíveis prejuízos para a sua produção. Por sua vez, a adubação fosfatada, indispensável nas condições dos solos da Amazônia, que normalmente contam com baixos teores desse elemen-

to, deprime os teores foliares de cobre e zinco, afetando principalmente a nutrição em cobre (RODRIGUES et al., 1997).

4.2. Recomendação de adubação

O programa de nutrição mineral e adubação da palma de óleo proposto pela Embrapa Amazônia Ocidental (Tabela 4) foi estabelecido levando-se em consideração informações de ensaios de adubação e de manejo.

Tabela 4 – Recomendação de adubação¹ para a palma de óleo no Estado do Amazonas em função da idade (RODRIGUES et al., 2002)

Nutriente	Idade (anos ²)			
	1°	2°	3°	≥4
	— g/planta —			
N	180	225	270	405 g/pl se N foliar < 25 g/kg
P	150	250	300	300 g/pl se N foliar entre 25 e 26 g/kg (a relação foliar deve ficar em torno de 16); se N/P ≥ 17, aplicar 50% a mais; se N/P < 15, aplicar metade da dose.
K	150	200	400	250 g/pl se K foliar > 10 g/kg; 500 g/pl se 9<K<10 g/kg; 750 g/pl se 8<K<9 g/kg ou 1000 a 2000 g/pl se K<8 g/kg
Mg	21	32	43	30 g/pl se Mg foliar >2,4 g/kg; 60 g/pl se 2 <Mg< 2,4 g/kg; 80 g/pl se 1,8 <Mg< 2,0 g/kg ou 100 a 150 g/pl se Mg < 1,8 g/kg
B	2	4	7	8 g/pl se B > 20 mg/kg e as plantas não apresentarem nenhuma sintomatologia de deficiência; 10 a 13 g/pl se 12 <B< 20 mg/kg e todas (ou algumas) plantas apresentarem sintomatologia típica de deficiência; 14 a 20 g/pl se B<12 mg/kg e as plantas (ou a maioria delas) apresentarem sintomatologia típica e acentuada de deficiência
Cu	1,5	3	6	6 a 8 g/pl se Cu = 10 mg/kg; 10 a 12 g/pl se 5<Cu<10 mg/kg ou 15g/pl se Cu <4 mg/kg
Zn	1,5	3	6	6 g/pl se Zn = 16 mg/kg; 10 g/pl se 8<Zn<16 mg/kg ou 12 a 15 g/pl se Zn < 8 mg/kg

1 - O fósforo deve ser aplicado na cova, sendo uma parte no fundo e uma parte misturada à terra de enchimento. Os demais adubos são distribuídos ao redor das plantas, sob a projeção da copa.

2 - No primeiro ano, as doses de N devem ser parceladas em três vezes (jan/fev (plantio), maio e novembro) e as de K em duas vezes (maio e novembro); a partir do segundo ano, deve-se, preferencialmente, manter o parcelamento dos adubos em duas vezes (maio e novembro), principalmente N e K.

5. Referências bibliográficas

BACHY, A. Diagnostic foliaire de palmier à huile: niveaux critiques chez les arbres jeunes. **Oléagineux**, v. 19, n.4, p. 253-256. 1964.

BACHY, J. P. Influence de l'éclaircie naturelle sur la production du palmier à huile. **Oleagineux**, v. 10, p. 575-577, 1965.

BALDANI, J. J.; CARUSO, L.; BALDANI, V. L. D.; GOL, S. R.; DÖBEREINER, J. Recent advances in BNF with non-legume plants. **Soil Biology and Biochemistry** v. 29, p.911-922. 1997.

CHEPOTE, R. E.; VALLE, R. R.; SANTANA, C. J. L. de. Resposta do dendê à adubação mineral. **R. Bras. Ci. Solo**, Campinas. v. 12, p. 257-262, 1988.

FAIRHURST, T. **Nutrient deficiency symptoms and disorders in oil palm (*Elaeis guineensis* Jacq.)**.Description, causes, prevention treatment. Singapore: Potash and Phosphate Institute, 1998. 31 p. (Pocket Guide).

GRAY, B. S.; HEW C. K. Cover crop experiments in oil palms on the west coast of Malaya. **Oil Palm Developments in Malaysia**, p. 55-65. 1968.

HARTLEY, C. W. S. **The oil palm (*Elaeis guineensis* Jacq.)**. 3 ed. New York: Longman, 1988. 761 p.

KNECHT, J. C. X.; RAMACHANDRAN, R.; NARAYANAN, R. Variability and other features of leaf K+Ca+Mg in oil palm leaf sampling. **Oléagineux**, Paris, v. 30, n. 3, p. 99-105, 1975.

KNECHT, J. C. X.; RAMACHANDRAN, R.; NARAYANAN, R. Variation of leaf nutrient contents with age of palms in oil palm leaf sampling. **Oléagineux**, Paris, v. 32, n. 4, p. 139-147, 1977.

MALAVOLTA, E.; VITTI, G. C.; OLIVEIRA, S. A. de. **Avaliação do estado nutricional das plantas: princípios e aplicações**. 2.ed. Piracicaba: POTAFOS, 1997. 319 p.

OCHS, R.; OLIVIN, J. Le diagnostic foliaire pour le contrôle de la nutrition des échantillons foliaires. **Oléagineux**, Paris, v. 32, n. 5, p. 211-213, 1977.

OLLAGNIER, M.; OCHS, R. Management of mineral nutrition in industrial oil palm plantation. Fertilizers savings. **Oléagineux**, Paris, v. 36, n. 8-9, p. 409-421, 1981.

PACHECO, A. R.; TAILLIEZ, B. J.; SOUZA, R. L. R.; LIMA, E. J. Les deficiences minerales du palmier à huile (*E. guineensis* Jacq.) dans la region de Belém, Pará (Brésil). **Oléagineux**, Paris, v. 40, n. 6, p. 295-309, 1985.

PREVOT, P.; OLLAGNIER, M. Peanut and oil palm foliar diagnosis: interrelations of N, P, K, Ca and Mg. **Plant Physiology**, Rockville, v. 29, p. 26-28, 1954.

PREVOT, P.; PEYRE DE MONTBRETON, C. Étude des gradients en divers éléments minéraux selon le rang de la feuille chez le palmier à huile. **Oléagineux**, v. 13, n.3, p. 317-321. 1958.

REIS, V. M.; BALDANI, V. L. D.; DÖBEREINER, J. Biological dinitrogen fixation in gramineae and palm trees. **Plant Science**, v. 19, p. 227-247. 2000.

RODRIGUES, M. do R. L. **Resposta do dendezeiro (*Elaeis guineensis* Jacq.) à aplicação de fertilizantes nas condições do médio Amazonas**. 1993. 81 f. Dissertação (Mestrado em Agronomia) – Escola Superior de Agricultura “Luiz de Queiroz”, Universidade de São Paulo, Piracicaba.

RODRIGUES, M. R. L.; MALAVOLTA, E.; CHAILLARD, H. . La fumure du palmier à huile en Amazonie centrale brésilienne. **Plantations, Recherche, Développement**, v. 4, n. 6, p. 392-400, 1997.

RODRIGUES, M. R. L.; AMBLARD, P.; SILVA, E. B.; MACEDO, J. L V.; CUNHA, R. N. V. TAVARES, A. M. **Avaliação do estado nutricional do dendezeiro: análise foliar**. Manaus: Embrapa Amazônia Ocidental, 2002. 9 p. (Circular Técnica, 11).

RODRIGUES, M. R. L.; CUNHA, R. N. V.; BARCELOS, E.; NOUY, B. **Desenvolvimento de sistemas sustentáveis de produção de dendê**. Relatório técnico final de projeto vinculado ao Programa 07 -(Sistemas de produção de matérias primas). Brasília: Embrapa,1999. 14 p.

SCHROTH, G.; RODRIGUES, M. R. L., D'ANGELO, S. A. Spatial patterns of nitrogen mineralization, fertilizer distribution and roots explain nitrate leaching from mature Amazonian oil palm plantation. **Soil Use and Management**, v. 16, n. 3, p.222 – 229. 2000.

UEXKULL, H. R.; FAIRHURST, T. H. **Fertilizing for high yield and quality the oil palm**. Bern: Int. Potash Institute, 1991. 79 p.

VIÉGAS, I. J. M.; BOTELHO, S. M. Nutrição e adubação do dendezeiro. In: VIÉGAS, I. J.; MÜLLER, A. A. **A cultura do dendezeiro na Amazônia brasileira**. Belém. Embrapa Amazônia Oriental ; Manaus: Embrapa Amazônia Ocidental, 2000. p.229-273.

VIÉGAS, I. J. M. **Crescimento do dendezeiro (*Elaeis guineensis* Jacq): concentração, conteúdo e exportação de nutrientes nas diferentes partes da planta com 2 a 8 anos de idade, cultivada em latossolo amarelo distrófico, Tailândia, Pará**. 1993. 217 f. Tese (Doutorado) ESALQ, Universidade de São Paulo, Piracicaba.

Manejo sustentável para a cultura da palma de óleo: cobertura do solo e cultivos intercalares

Raimundo Nonato Carvalho da Rocha, Maria do Rosário Lobato Rodrigues, Paulo César Teixeira, Ricardo Lopes, Raimundo Nonato Vieira da Cunha, Jeferson Luis Vasconcelos de Macedo, Ronaldo Ribeiro de Moraes e Wanderlei Antônio Alves de Lima

1. Introdução

Nos últimos anos, o nível de conscientização quanto às relações da agricultura com o ambiente, os recursos naturais e a qualidade dos alimentos vem crescendo substancialmente. Segundo Ehlers (1999), há interesse entre os agricultores por sistemas alternativos de produção que aumentem a rentabilidade e melhorem a qualidade de vida no meio rural, além de preservar a capacidade produtiva do solo em longo prazo.

O cultivo de palma de óleo atende às premissas de que nas condições edafoclimáticas da Amazônia deve-se cultivar espécies perenes por oferecerem maior proteção do solo, causarem menor impacto ao ambiente e melhor se adaptarem a sua baixa fertilidade natural.

As práticas adotadas na cultura de palma de óleo, como a utilização de leguminosas para a cobertura do solo ou a associação com culturas de ciclo curto no período pré-produtivo, aliadas ao aspecto de cultura perene permitem uma perfeita cobertura do solo, possibilitando, ainda,

sua implantação em áreas degradadas, com as vantagens de se ter um sistema altamente produtivo, intensiva e permanentemente valorizado. Smith et al. (1992) afirmam que a cultura da palma de óleo é recomendada para a reabilitação de áreas degradadas em regiões tropicais, citando o caso de regiões da África e da Ásia (Sumatra/Indonésia), onde a palma de óleo está sendo cultivada com sucesso em áreas abandonadas, degradadas e dominadas por *Imperata cylindrica*.

A adoção de práticas de cultivos intercalares para diversas culturas tem sido uma das formas de aumento da produtividade e do lucro por unidade de área entre os pequenos e médios produtores (ALVIM et al., 1989; RODRIGO et al., 2001; ALVES, 2003), pois, além de oferecerem maior estabilidade edáfica, biológica e econômica, melhoram a dinâmica de utilização dos recursos humanos, naturais e insumos. Culturas como a da palma de óleo apresentam um longo período de imaturidade e requerem grandes espaços intercalares para satisfazer as exigências de crescimento da planta na fase produtiva. Estudos indicam a viabilidade do aproveitamento desses espaços com o plantio de culturas

anuais e semiperenes, que não só possibilitam ao agricultor uma fonte alternativa de renda na fase pré-produtiva da palma de óleo, como também favorecem o desenvolvimento e o crescimento da planta (RODRIGUES et al., 1993; RODRIGUES et al., 1997), ajudando na amortização dos custos de implantação da cultura principal – a palma de óleo (ROCHA, 2007).

Nessa prática, os objetivos têm sido: maximizar a utilização dos recursos ambientais e da área; ter melhor distribuição temporal de renda; diversificar a produção; equacionar o controle de pragas, doenças e plantas invasoras; minimizar o uso de insumos, como fertilizantes e defensivos; proporcionar maior proteção contra a erosão; e promover equilíbrio ecológico (FAGERIA, 1989; OLASANTAN et al., 1996; HOOKS e JOHNSON, 2003; IJIMA et al., 2004; HUMPHRIES et al., 2004). A eficiência dessa prática depende diretamente dos sistemas e das culturas envolvidas, havendo a necessidade da complementação entre ambas para que o sistema seja apontado como uma prática mais vantajosa do que o monocultivo.

2. Manejo sustentável para a cultura da palma de óleo: cobertura do solo

O tempo decorrido entre o plantio e o início da produção da palma de óleo é de aproximadamente três anos. Geralmente, pequenos e médios produtores que se dedicam à cultura de palma de óleo encontram dificuldades para custear os investimentos do plantio e manter a plantação durante o período pré-produtivo. O espaçamento normalmente utilizado em plantios de palma de óleo é de 9 m

entre plantas, em triângulo equilátero, o que corresponde a uma distância de 9 m entre plantas na linha e de 7,80 m entre as linhas de plantio. Nas grandes plantações, é comum o uso de plantas de cobertura, especialmente leguminosas, cobrindo os amplos espaços intercalares entre as plantas de palma de óleo; entretanto, para pequenos e médios produtores, é economicamente interessante associar a palma de óleo a outros cultivos que ajudem na amortização dos custos de implantação da cultura principal e garantam rendimentos nos anos iniciais.

Para que se tenha êxito na intercalação da palma de óleo com outras culturas, é de fundamental importância o conhecimento da morfologia do seu sistema radicular e da arquitetura das plantas. A maior parte do sistema radicular da palma de óleo é superficial, sendo que o desenvolvimento e a extensão do sistema radicular dependem da textura e da estrutura do solo (RUEP, 1968; JOURDAN, 1995; JOURDAN et al., 1995). A densidade das raízes diminui do estipe para a periferia e a extensão máxima da parte superficial a partir do estipe depende da idade da planta, da seguinte forma (CÔTE D'IVOIRE, 1980): um ano – 1,0 m do estipe; dois anos – 2,5 m do estipe; três anos – 3,5 m do estipe; quatro anos – 4,5 m do estipe; cinco anos – 5,0 m do estipe; e dez anos – 10,0 m do estipe.

A implantação de uma rápida cobertura com uma leguminosa apresenta numerosas vantagens: combate às invasoras indesejáveis, controle da erosão, redução da compactação do solo, controle de certas pragas, melhora na fertilização nitrogenada. Entre as plantas de cobertura, a mais utilizada é a *Pueraria phasealoides*, que pode ser semeada sozinha ou associada com outra leguminosa, como a *Mucuna cochinchinensis*, planta anual cuja instalação, além de ser extremamente rápida, prepara bem a terra para a *Pueraria* se-

meada ao mesmo tempo, dominando a maior parte das invasoras. A *Pueraria* pode ser semeada em sulcos, covas ou a lança sobre toda a superfície das entrelinhas, utilizando-se de 1 a 3 kg de sementes/ha, enquanto que a *Mucuna* é semeada ao longo das leiras, empregando-se 2 kg de sementes/ha. A densidade de semeadura das plantas de cobertura depende da rapidez com que se deseja obter uma cobertura vegetal e ajuda a limitar os riscos de invasão das ervas daninhas.

A semeadura das plantas de cobertura deve ser efetuada logo após o preparo da área, no início da estação das chuvas. Cita-se, ainda, entre outras leguminosas que são igualmente utilizadas, o *Calopogonium caeruleum* (tolerante ao sombreamento), o *Desmodium ovalifolium*, o *Centrosema pubescens* e o *Calopogonium mucunoides*.

O sistema de manejo adotado pela cultura da palma de óleo permite um *input* significativo de matéria orgânica ao sistema, seja pela grande quantidade de folhas fornecidas pela poda de limpeza, seja pela associação com leguminosas para cobertura do solo que, além de fixarem nitrogênio através da produção de liteira e raízes, podem contribuir para o restabelecimento dos processos biológicos de reciclagem e reestruturação do solo. Por outro lado, o sucesso da introdução da palma de óleo em área alteradas, abandonadas ou degradadas dependerá principalmente da capacidade do seu sistema radicular se desenvolver em solos compactados. Segundo Jacquemard (1995), a palma de óleo tem um sistema radicular vigoroso e extenso; entretanto, zonas compactas no solo podem reduzir o desenvolvimento do seu sistema radicular.

Nesse sentido, tem-se observado um efeito positivo da planta de cobertura sobre o desenvolvimento do sistema radicular da palma de óleo. Estudando o efeito

do desmatamento e de culturas como a da palma de óleo associada com plantas leguminosas sobre a estrutura de solos argilosos da Amazônia, Grimaldi et al. (1993) concluíram que o uso de espécies arbóreas ou forrageiras de cobertura, com abundante produção de liteira e de raízes, pode acelerar o restabelecimento dos processos biológicos de reciclagem e reestruturação do solo. A palma de óleo, quando associada com leguminosas, se beneficia não só da fixação de nitrogênio (AGAMUTHU e BROUGHTON, 1985), como também do melhoramento da estrutura do solo pelas raízes e pela liteira, e da diminuição da concorrência de ervas daninhas agressivas, principalmente as gramíneas.

No caso específico da cultura da palma de óleo, várias práticas de manejo têm sido propostas para limitar a erosão e as perdas por escorrimento e lixiviação (TAILLIEZ, 1975; QUENCEZ, 1986; CALIMAN e KOCHKO, 1987). Cita-se como exemplo a grande quantidade de folhas fornecidas pela poda de limpeza/colheita, que varia em torno de 11 a 16 t/ha/ano de resíduos na plantação (HARTLEY, 1988). Sua simples deposição nas entrelinhas, além de representar uma importante fonte de nutrientes (SOLANO, 1986), constitui uma medida efetiva de conservação do solo, podendo reduzir a erosão em mais de 33% (QUENCEZ, 1986; KEE e CHEW, 1996).

Em estudo conduzido nas condições da Amazônia (RODRIGUES et al., 2002), instalou-se inicialmente, como cobertura do solo, a *Pueraria* e o *Desmodium*. Após doze anos de cultivo, a *Pueraria* foi totalmente invadida pela samambaia, enquanto o *Desmodium*, mais resistente ao sombreamento, permaneceu, com uma produção de matéria seca da parte aérea de 4,3 t/ha. A Tabela 1 mostra os teores de carbono e de nitrogênio, determinados pela combustão por via seca com um analisador CHN, e a relação C/N nos di-

ferentes componentes da palma de óleo e nas plantas de cobertura de um cultivo de palma de óleo aos doze anos de idade. Devido a sua constituição essencialmente fibrosa, a bainha que se encontra fortemente aderida ao estipe foi a que apresentou a maior relação C/N, seguida pelo pecíolo, sendo a produção total de matéria seca da parte aérea de 41,83 t ha⁻¹. O conteúdo total de carbono imobilizado pela parte aérea da palma de óleo foi de 17,12 t ha⁻¹, sendo que 59% se acumularam no tronco (estipe + bainhas) e 34% na copa (folíolos + râquis + pecíolos).

Segundo Hartley (1988), em pequenas plantações, o cultivo intercalado com culturas alimentares pode ser efetuado na fase pré-produtiva, ou seja, até a entrada em colheita. Depois, o crescimento da palma de óleo prejudica a produção das culturas intercalares e o manejo do solo em função dessas culturas coloca em risco o sistema radicular da palma de óleo.

De acordo com Rocha (2007), durante o primeiro ano de cultivo da palma de

óleo, o solo das entrelinhas poderá ser preparado mecanicamente para o cultivo das culturas intercalares, obedecendo a uma distância mínima de 1,5 m do estipe da muda de palma de óleo. A partir do segundo até o quarto ano, o revolvimento do solo deverá ser o mínimo possível, dando preferência para o plantio direto manual no caso de culturas anuais ou semiperenes.

A intercalação da palma de óleo com outras culturas tem sido praticada com sucesso em outras regiões. Kolade (1986) observou efeito positivo em experiências com a palma de óleo e outras culturas perenes, como o cacau. A palma de óleo pode ser favorecida pelas culturas perenes, como observado por Sparnaaj (1970) na África Ocidental, onde a produção de palma de óleo aumentou em 8% quando associada com café. De modo semelhante, Edge e Adenikinju (1990) encontraram efeito positivo na associação da palma de óleo com a produção de cacau, indicando compatibilidade da palma de óleo

Tabela 1 – Teor de carbono e nitrogênio (g/kg) e relação C/N nos diferentes componentes da palma de óleo e nas plantas de cobertura de um cultivo de palma de óleo aos doze anos de idade – Embrapa Amazônia Ocidental, 1999

Componentes	Carbono	Nitrogênio	Relação C/N
PALMA DE ÓLEO (DENDEZEIRO)			
Folíolos da Folha 17	466,85	26,41	17,68
Folha (fóliolo + râquis)	426,43	17,80	23,95
Pecíolo	415,90	4,03	103,18
Bainha	417,89	3,77	110,74
Estipe	389,33	10,81	36,00
Cachos	466,81	12,07	38,68
Raízes de Palma de Óleo	443,93	5,64	78,73
PLANTAS DE COBERTURA			
Parte aérea de Desmodium	439,77	19,43	22,64
Raízes de Desmodium	449,00	14,14	31,75
Parte aérea de Samambaia	425,93	22,48	18,95

com frutíferas que suportam certo grau de sombreamento.

Também foram observadas vantagens na associação de culturas anuais com cultivo perene no Benin. Utilizando a cultura de palma de óleo em densidade reduzida (DANIEL et al., 1996), pode-se obter certas vantagens, tais como: melhoria da resistência à seca, manutenção da entrelinha da palma de óleo em virtude dos tratos culturais da cultura intercalada, utilização total dos insumos simultaneamente por ambos os sistemas radiculares e intensificação da exploração da área.

Morais et al. (2009), estudando a influência da variação de temperatura foliar sobre as trocas gasosas da palma de óleo em plantios solteiros e consorciados com banana ou mandioca em áreas degradadas da Amazônia, observaram que as culturas intercalares exerceram influência sobre as trocas gasosas da palma de óleo em função da variação de temperatura. Com relação às taxas de condutância estomática, observou-se para o sistema da palma de óleo sem cultura intercalar e com mandioca um declínio significativo a partir da temperatura de 38-41,9°C, enquanto para o sistema com bananeira, esse declínio significativo ocorreu a partir dos 46-49,9°C (maior capacidade de sombreamento da bananeira). Resultados similares foram obtidos por Dufrene e Saugier (1989, 1993) estudando as trocas gasosas da palma de óleo sob condições de campo na Costa do Marfim, onde verificaram que as taxas de transpiração e condutância estomática aumentaram com o incremento da temperatura foliar, e que temperaturas foliares entre 30 e 38°C não exerceram um efeito significativo sobre as taxas fotossintéticas.

Mora et al. (1985) demonstraram a viabilidade econômica dos cultivos intercalados com palma de óleo em solos da Venezuela. A análise de rentabilidade dos diversos sistemas de cultivo adotados

mostrou que a associação palma de óleo x banana x mandioca gerou não somente os maiores ingressos brutos, cobrindo 87% dos custos totais de implantação já no primeiro ano, como também promoveu melhor desenvolvimento da palma de óleo.

3. Cultivos intercalados com palma de óleo: a experiência do Estado do Amazonas

Neste tópico, serão apresentados alguns estudos de casos de cultivos intercalados envolvendo a cultura da palma de óleo como cultura principal no Estado do Amazonas. Cabe ressaltar que nem todas as culturas possíveis de serem consorciadas com a palma de óleo serão abordadas.

No Estado do Amazonas, estudos realizados com a palma de óleo intercalada com banana, abacaxi e mandioca em áreas degradadas durante três anos da fase pré-produtiva da palma de óleo apresentaram resultados altamente significativos para amortização do custo de implantação dos sistemas consorciados. Quando a cultura da palma de óleo foi intercalada com bananeira, a amortização do custo de implantação do sistema durante três ciclos produtivos da bananeira foi de 89,7% (ROCHA et al., 2007a). Quando a cultura da palma de óleo foi intercalada com abacaxi, a amortização do custo de implantação do sistema durante um ciclo produtivo do abacaxizeiro foi de 100% (ROCHA et al., 2007b). Quando intercalada com mandioca, a amortização do custo de implantação do sistema durante quatro ciclos produtivos da mandioca foi de 66,6% (ROCHA et al., 2007c). Rocha et al. (2007d) encontraram efeito positivo no desenvolvimento vegetativo da palma de óleo quando intercalada com outras cul-

turas na fase pré-produtiva, se comparado com o sistema de monocultivo. Os autores concluíram que a palma de óleo se beneficiou com os resíduos da adubação e a matéria orgânica deixados pelas culturas intercalares.

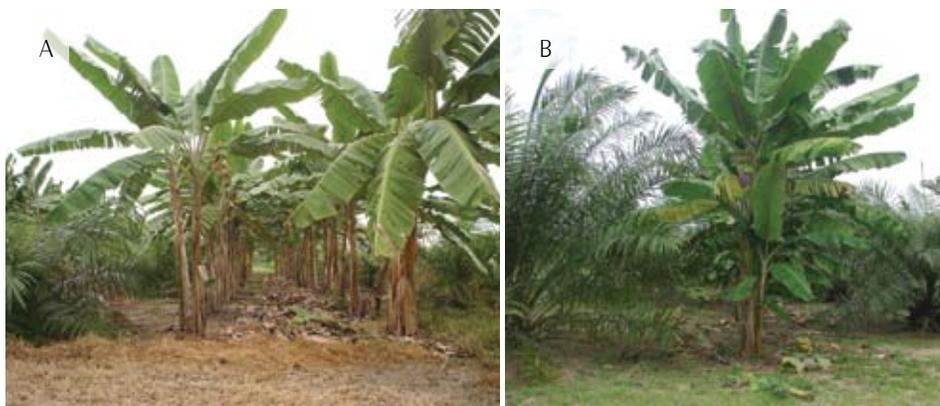
O plantio seguiu o dispositivo em triângulo equilátero de 9 m de lado (9 m na linha e 7,80 m entre as linhas de plantio), perfazendo população de 143 plantas/ha. A programação das adubações foi feita adaptando as recomendações sugeridas por Rodrigues et al. (2002) para a fase jovem de cultivo da palma de óleo no Estado do Amazonas. Duas linhas de bananeira *cv. Tap Maeo* foram plantadas nas entrelinhas da palma de óleo no espaçamento 3 x 2 m (Figura 1a), sendo que o manejo da bananeira foi feito deixando-se três plantas por touceira (avó, mãe e filha).

Após o terceiro ano de cultivo, a análise dos dados detectou que o arranjo espacial utilizado para a bananeira (3 x 2 m) nas entrelinhas da palma de óleo estava influenciando o desenvolvimento da palma de óleo, promovendo estiolamento das plantas; logo, não é recomendado. Assim, as plantas de bananeiras foram cortadas e

replantadas no espaçamento de 1,5 m entre plantas em fileira única centralizada nas entrelinhas da palma de óleo (Figura 1b). As adubações da bananeira foram realizadas de acordo com a análise do solo, sendo que a fosfatada foi colocada em todo o plantio, juntamente com cinco litros de esterco de galinha; as de coberturas com nitrogênio, potássio e micronutrientes foram parceladas de dois em dois meses, conforme recomendado por Pereira et al. (2002) para o Estado do Amazonas.

No sistema palma de óleo x banana, foi obtido o maior comprimento da folha 9 da palma de óleo (folha padrão para tomada de dados biométricos na fase jovem) em relação aos demais sistemas estudados (palma de óleo x mandioca, palma de óleo x abacaxi, e palma de óleo em monocultivo). Esse resultado ratifica o efeito competitivo interespecífico, sobretudo por luz, ocorrido entre a bananeira e a palma de óleo no arranjo espacial a que foram submetidas as plantas de banana nas entrelinhas da palma de óleo. Como o plantio da bananeira foi feito concomitantemente ao da palma de óleo, a cultura sobressaiu pelo seu rápido crescimento

Figura 1 – Sistemas de cultivo da palma de óleo intercalado: (a) duas linhas de bananeira e (b) uma linha de bananeira. (a) Plantio de banana feito imediatamente após o plantio da palma de óleo e conduzido até o terceiro ano; (b) Replantio de banana feito após o terceiro ano de cultivo da palma de óleo. (Fotos: Raimundo Rocha)



inicial, proporcionando maior sombreamento e estiolamento da palma de óleo, causado pela competição por luz (ROCHA, 2007). Assim, de acordo com os resultados obtidos por este autor, recomenda-se o cultivo, até o terceiro ano de idade da palma de óleo, de uma única linha de bananeira nas entrelinhas da palma de óleo, normalmente no espaçamento de 1,5 m entre plantas, dando-se preferência para cultivares de bananeira de porte inferior a 2,70 m de altura.

No sistema palma de óleo x mandioca, cinco linhas de mandioca da variedade "aipim manteiga" foram plantadas nas entrelinhas da palma de óleo, utilizando o espaçamento de 1,0 x 1,0 m (Figura 2a). O manejo da cultura da mandioca foi realizado conforme recomendado por Dias et al. (2003) para o Estado do Amazonas. As colheitas da mandioca foram realizadas aproximadamente oito meses após o plantio. O resíduo da adubação deixado pela cultura da mandioca proporcionou aumento nos teores de nutrientes no solo, principalmente de fósforo, que se mostrou superior ao encontrado na palma de óleo em monocultivo.

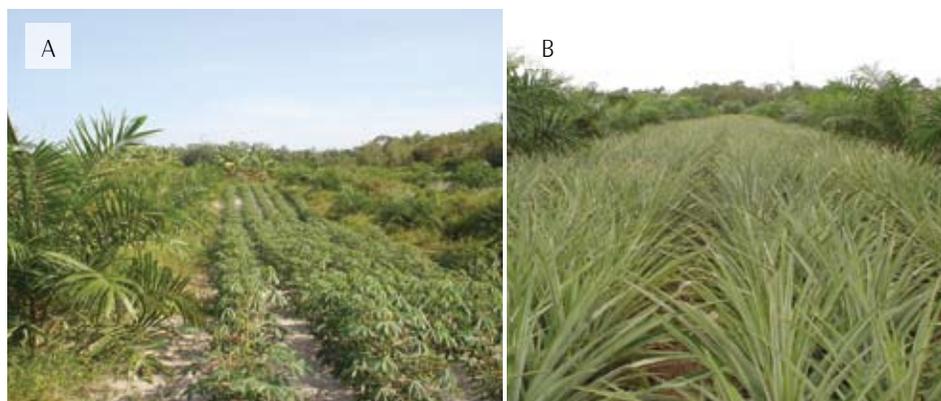
No sistema palma de óleo x abacaxi, quatro fileiras duplas de abacaxi, variedade

de regional, foram cultivadas no espaçamento de 1,0 x 0,4 x 0,4 m, sendo 1,0 m entre fileiras duplas, 0,4 m entre plantas na fileira dupla e 0,4 m entre plantas na linha (Figura 2b). O manejo da cultura do abacaxi foi realizado conforme recomendado por Silva et al. (2004) para o Estado do Amazonas. A indução floral foi realizada quando as plantas apresentaram o comprimento da folha (D) superior a 70 cm, o que ocorreu dez meses após o plantio. O resíduo da adubação deixado pela cultura do abacaxi proporcionou aumento nos teores de nutrientes no solo, notadamente de fósforo, que se mostraram significativamente superiores aos dos sistemas palma de óleo x banana e palma de óleo em monocultivo.

4. Considerações finais

O adequado desempenho econômico apresentado na fase pré-produtiva da palma de óleo pelos sistemas de cultivos intercalados estudados no Amazonas oferece uma solução para um dos principais obstáculos à produção de palma de óleo para a agricultura familiar em relação à diversificação de culturas e renda. É notório

Figura 2 – Sistemas de cultivo da palma de óleo intercalado: (a) cinco linhas de macaxeira e (b) quatro linhas duplas de abacaxizeiro. (Fotos: Raimundo Rocha)



que um dos principais fatores limitantes para o desenvolvimento da cadeia produtiva da palma de óleo é o tempo que transcorre entre a implantação da cultura e a obtenção dos primeiros retornos econômicos positivos. A adoção de cultivos intercalados com a palma de óleo na fase pré-produtiva traz a possibilidade de amortização de parte do custo de implantação e ainda o favorecimento da nutrição mineral da cultura principal. Assim, o manejo deve ser bem planejado tecnicamente para que se tenha o máximo de produtividade e, conseqüentemente, lucratividade. Portanto, a escolha criteriosa das espécies, cultivares, espaçamentos, adubações e traços culturais é de suma importância para o sucesso da cultura de palma de óleo.

5. Referências bibliográficas

AGAMUTHU, P.; BROUGHTON, W. J. Nutrient cycling within the developing oil palm legume ecosystem. **Agriculture, Ecosystems and Environment**, v. 13, p.111-123, 1985.

ALVES, E. J. **Consórcio da bananeira com culturas anuais, perenes e plantas de cobertura do solo**. Cruz das Almas: Embrapa Mandioca e Fruticultura. 2003. 16 p. (Circular técnica, 52).

ALVIM, R.; VIRGENS A.C.; ARAÚJO, A.C. **Agrossilvicultura como ciência de ganhar dinheiro: recuperação e remuneração de capital no estabelecimento de culturas perenes arbóreas**. Ilhéus: CEPLAC/CEPEC, 1989. 36 p. (Boletim técnico, 161).

CALIMAN, J. P.; KOCHKO, P. Quelques techniques culturales et aménagements spéciaux réalisables en plantation de palmiers à huile pour limiter l'érosion et le ruissellement. **Oleagineux**, v. 42, n. 3, p 99-106, 1987.

COTE D'IVOIRE. Ministère de la Recherche Scientifique. **Le palmier à huile**. La Me: Ministère de la Recherche Scientifique: IRHO, 1980. 67 p. v. 1.

DANIEL, C.; BENARD, G.; DJEGUI, N.; ADJE, I.; CORNAIRE, B.; OLLIVIER, J.; BRACONNIER S. Les associations de cultures pérennes et annuelles en zones marginales de culture du palmier à huile et du cocotier. "FERTILITE DU MILIEU ET STRATEGIES PAY-

SANNES SOUS LES TROPIQUES HUMIDES", 1995, Montpellier. **Systèmes de culture et objectifs paysans**: Culture pérennes: acte du séminaire. Montpellier: CIRAD, 1996. p.376-382.

DIAS, M. C.; XAVIER, J. J. B. N.; BARRETO, J. F.; FUKUDA, W. M. G. **Aipim manteiga: cultivar de macaxeira para o Amazonas**. Manaus: Embrapa Amazônia Ocidental, 2003. 4 p. (Embrapa Amazônia Ocidental. Comunicado Técnico, 17).

DUFRENE, E.; SAUGIER, B. Field studies of leaf gas exchange of oil palm tree (*Elaeis guineensis*). **Ann. Sci. For.**, sup. 46, p. 439-442, 1989.

DUFRENE, E.; SAUGIER, B. Gas exchange of oil palm in relation to light, vapour pressure deficit, temperature and leaf age. **Functional Ecology**, n. 7, p. 97-104, 1993.

EDGE, N.E.; ADENIKINJU, A. Effect of intercropping on potential yield of cacao in South Western Nigeria. **Café Cacao The**, v. 34, n. 4, p.281-284. 1990.

EHLERS, E. **Agricultura sustentável: origens e perspectivas de um novo paradigma**. 2 ed. Guaíba: Agropecuária, 1999, 157 p.

FAGERIA, N. K. Sistemas de cultivo consorciado. In: FAGERIA, N. K. (Ed.). **Solos tropicais e aspectos fisiológicos das culturas**. Brasília: DPU, 1989. p.185-196.

GRIMALDI, M.; SARRAZIN, M.; CHAUVEL, A.; LUIZÃO, F.; NUNES, N.; RODRIGUES, M. R. L.; AMBLART, Ph.; TESSIER, D. Effets de la déforestation et des cultures sur la structure des sols argileux d'Amazonie brésilienne. **Cahiers Agricultures**, v. 2, p. 36-47, 1993.

HARTLEY, C.S.W. **The oil palm**. 3 ed. 1988. 761 p.

HOOKS, C. R. R.; JOHNSON, M. W. Impact of agricultural diversification on the insect community of cruciferous crops. **Crop Protection**, v. 22, p.223-238, 2003.

HUMPHRIES, A. W.; LATTA, R. A.; AURICHT, G. C.; BELLOTTI, W. D. Over-cropping lucerne with wheat: effect of lucerne winter activity on total plant production and water use of the mixture, and wheat yield and quality. **Australian Journal of Agricultural Research**, v. 55, p.839-848, 2004.

IJJIMA, M.; IZUMI, Y.; YULIADI, E.; SUNYOTO; ARDJASA, W. S. Cassava-based intercropping systems on Sumatra Island in Indonesia: productivity, soil erosion, and rooting zone. **Plant Production Science**, v. 7, p.347-355, 2004.

JACQUEMARD, J. C. **Le palmier à huile**. Paris: Maisonneuve et Larose, 1995. 208 p.

- JOURDAN, C. **Modélisation de l'architecture et du développement du système racinaire du palmier à huile**. 1995 248 f. Thèse (doctorat), Université Montpellier II, Montpellier.
- JOURDAN, C.; REY, H.; GUÉDON, Y. Architectural analysis and modelling of the branching process of the young oil-palm root system. **Plant Soil**, v.117, p.63-72, 1995.
- KEE K. K.; CHEW P. S. Nutrient losses through surface runoff and soil erosion: implications for improved fertiliser efficiency in mature oil palms. In: PORIM INTERNATIONAL PALM OIL CONGRESS, 1996, Kuala Lumpur. **Competitiveness for the 21st century: proceedings Agriculture Conference**, Palm Research. Kuala Lumpur: Institute of Malaysia, 1996. p. 153-169.
- KOLADE, J. A. Influence of different densities of cocoa and oil palm on yield performances of cocoa. **Turrialba**, v. 36, n. 3, p.345-353. 1986.
- MORA, O. G.; COLIN J.; BERRIOS C.; OCHOA, A. Cultivos intercalados con palma africana en el sur del lago de maracaibo Estado Zulia. **Coco y Palma**, n. 36, p.8-12, 1985.
- MORAIS, R. R.; TEIXEIRA, W. G.; ROCHA, R. N. C.; RODRIGUES, M. L. Influência da variação de temperatura foliar sobre as trocas gasosas do dendeeiro (*Elaeis guineensis* Jacq.) em plantios solteiros e consorciados com banana ou macaxeira em áreas degradadas da Amazônia Central. 2009. No prelo.
- OLASANTAN, F. O.; EZUMAH, H. C.; LUCAS, E. O. Effects of intercropping with maize on the micro-environment, growth and yield of cassava. **Agriculture, Ecosystems and Environment**, v. 57, p.149-158, 1996.
- PEREIRA, M. C. N.; GASPAROTTO, L.; CORDEIRO, Z. J. M.; LOPES, C. M. D. **Manejo da cultura da bananeira no Estado do Amazonas**. Manaus: Embrapa Amazônia Ocidental, 2002. 14 p. (Embrapa Amazônia Ocidental. Circular Técnica, 10).
- QUENCEZ, P. Utilisation des palmes pour lutter contre l'érosion en plantation de palmiers à huile. **Oleagineux**, Paris, v. 41, n. 7, p. 315-317. 1986.
- ROCHA, R. N. C. da. **Manejo de culturas intercalares para a sustentabilidade de sistemas de produção de dendê voltados para agricultura familiar**. 2007 63 f. Tese (Doutorado) - Universidade Federal de Viçosa, Viçosa.
- ROCHA, R. N. C. da. RODRIGUES, M. do R. L.; MACÊDO, J. L. V. de; TEIXEIRA, P. C.; LOPES, R.; LIMA, W. A. A. de. Análise financeira de dois sistemas de cultivo de dendeeiro (*Elaeis guineensis* Jacq.) em áreas degradadas na Amazônia Ocidental. In: CONGRESSO BRASILEIRO DE PLANTAS OLEAGINOSAS, ÓLEOS, GORDURAS E BIODIESEL, 4., 2007, Varginha, MG. **Biodiesel: combustível ecológico**. Lavras: UFLA, 2007a. p. 801-806.
- ROCHA, R. N. C. da. RODRIGUES, M. do R. L.; MACÊDO, J. L. V. de; LOPES, R.; TEIXEIRA, P. C.; LIMA, W. A. A. de. Análise financeira do custo de produção do dendeeiro (*Elaeis guineensis* Jacq.) em monocultivo e intercalado com abacaxi (*Ananas comusus* L. Merrill) em áreas degradadas na Amazônia Ocidental. In: CONGRESSO BRASILEIRO DE PLANTAS OLEAGINOSAS, ÓLEOS, GORDURAS E BIODIESEL, 4., 2007, Varginha, MG. **Biodiesel: combustível ecológico**. Lavras: UFLA, 2007b. p. 702-708.
- ROCHA, R. N. C. da. RODRIGUES, M. do R. L.; TEIXEIRA, P. C.; LOPES, R.; CUNHA, R. N. V. da; MACÊDO, J. L. V. Rentabilidade econômica comparativa entre o custo de produção do dendeeiro (*Elaeis guineensis* Jacq.) em monocultivo e intercalado com mandioca (*Manihot esculenta*) em áreas degradadas na Amazônia Ocidental. In: CONGRESSO BRASILEIRO DE PLANTAS OLEAGINOSAS, ÓLEOS, GORDURAS E BIODIESEL, 4., 2007, Varginha, MG. **Biodiesel: combustível ecológico**. Lavras: UFLA, 2007c. p. 965-971.
- ROCHA, R. N. C.; RODRIGUES, M. do R. L.; TEIXEIRA, P. C.; MACÊDO, J. L. V. de; CUNHA, R. N. V. da; LOPES, R. Influência de culturas intercalares no crescimento do dendeeiro em áreas degradadas. In: CONGRESSO BRASILEIRO DE PLANTAS OLEAGINOSAS, ÓLEOS, GORDURAS E BIODIESEL, 4., 2007, Varginha, MG. **Biodiesel: combustível ecológico**. Lavras: UFLA, 2007d. p. 696-701.
- RODRIGO, V. H. L., STIRLING, C. M., TEKLEHAIMANOT, Z., NUGAWELA, A. Intercropping with banana to improve fractional interception and radiation-use efficiency of immature rubber plantations. **Field Crop Research**, v. 69, n. 3, p.237-249, 2001.
- RODRIGUES, M. R. L.; CUNHA, R. N. V.; MACÊDO, J. L. V.; NUNES, C. D. Consórcio com a cultura do dendê. In: CONGRESSO BRASILEIRO DE CIÊNCIA DO SOLO, 26., Rio de Janeiro, 1997. **Informação, globalização, uso do solo: trabalhos**. Rio de Janeiro: SBSC, 1997.

RODRIGUES, M. R. L.; ARAUJO, J. S.; BARCELOS, E. . Carbono e nitrogênio na biomassa aérea de cultivo de dendê em Latossolo Amarelo na Amazônia Central. In: CONGRESSO BRASILEIRO DE SISTEMAS AGROFLORESTAIS, 3., 2000, Manaus, AM. **Manejando a biodiversidade e compondo a paisagem**: anais... Manaus, AM.: Embrapa Amazônia Ocidental, 2000. p. 82-84.

RODRIGUES, M. R. L.; MACÊDO, J. L. V. Efeitos de leguminosas sobre as características físico-químicas de um Latossolo cultivado com dendê. In: CONGRESSO BRASILEIRO DE CIÊNCIA DO SOLO, 24., 1993, Goiânia. **Resumos**. Campinas : SBCS, 1993. p. 111-112.

RODRIGUES, M. R. L.; AMBLARD, P.; SILVA, E. B.; MACEDO, J. L. V.; CUNHA, R. N. V.; TAVARES, A. M. **Avaliação do estado nutricional do dendezeiro**: análise foliar. Manaus: Embrapa Amazônia Ocidental, 2002. 9 p. (Embrapa Amazônia Ocidental. Circular Técnica, 11).

RUER, P. **Contribution à l'étude du système racinaire du palmier à huile**. 1968 116 f. Thèse (Docteur ingénieur) - Université de Paris, Paris.

SILVA, S. E. L.; SOUZA, A. G. C.; BERNI, R. F.; SOUZA, M. G. **A Cultura do Abacaxizeiro no Amazonas**. Manaus: Embrapa Amazônia Ocidental. 2004. 6 p. (Embrapa Amazônia Ocidental. Circular Técnica, 21).

SMITH, N. J. H.; WILLIAMS, J. T.; PLUCKNETT, D. L.; TALBOT J. P. **Tropical forests and their crops**. New York: Cornell University Press. 1992. 568 p.

SOLANO, G. R. Principales subproductos de las plantas extractoras de aceite. In: MESA REDONDA SOBRE PALMA ACEITERA, 4., 1986, Valledupar. **Memórias**... Valledupar: FAO, 1986, p.161-169.

SPARNAAJ, L. D. Mixed cropping in oil palm cultivation. **J. Western African Inst. Oil Palm Research**. v. 217, p.244-264. 1970.

TAILLEZ, B. Aménagement des terrains vallonnés et accidentés pour la plantation de palmier à huile. **Oléagineux**, v. 30, n. 6, p. 299-302. 1975.

Características físicas do solo adequadas para implantação e manutenção da cultura de palma de óleo na Amazônia

*Wenceslau Geraldes Teixeira, Omar Cubas,
Gilvan Coimbra Martins, Pedro Luiz de Freitas,
Maria do Rosário Lobato Rodrigues e Antonio Ramalho Filho*

1. Introdução

A palma de óleo (dendzeiro) destaca-se, entre as oleaginosas perenes, como a de maior potencial para suprir a demanda de óleos vegetais no Bioma Amazônia. Considerada a planta com o maior potencial de produção de óleo no Brasil, pode atingir produtividade anual de 4 a 6 t óleo.ha⁻¹. Uma das vantagens da cultura é sua longa vida útil econômica, que pode chegar até 30 anos, com a produção distribuída durante todo o ano. O manejo do palmar (dendzeal) é capaz de absorver grande quantidade de mão de obra, criando um emprego direto a cada 5 hectares de plantio (BARCELOS et al., 1999).

A cultura da palma de óleo tem o potencial de aproveitar áreas já desmatadas, tornando-as produtivas com reduzido impacto ambiental devido ao caráter de cultivo permanente e à cobertura permanente do solo nas entrelinhas, seja por leguminosas, gramíneas ou mesmo por cultivos intercalares. Nos períodos iniciais de implantação da cultura, a associação

com outros cultivos assume especial importância no sistema de agricultura familiar tendo em vista o retorno econômico nos primeiros anos de plantio.

O bom estabelecimento, o desenvolvimento e a produtividade da palma de óleo são influenciados pela suas características genéticas, que sofrem influências das condições pedológicas, climáticas e de manejo da cultura.

As condições climáticas exercem uma forte influência sobre a dinâmica dos fluxos de água e de nutrientes do solo para as raízes da palma de óleo, sendo a capacidade de armazenamento de água do solo um dos principais fatores para a garantia de elevadas produtividades. Para um bom rendimento, a cultura da palma de óleo exige precipitações regulares e ausência de estação seca prolongada. Condições climáticas para o desenvolvimento ótimo da cultura de palma de óleo são apresentadas por Corley e Tinker (2003), Bastos et al. (2001), Hartley (1970) e Müller (1980).

Neste capítulo, são apresentadas as características físicas do solo que determinam a dinâmica dos fluxos de água e de

nutrientes e a capacidade de retenção de água no solo, a disponibilidade de água para as plantas de palma de óleo e suas interrelações com as condições climáticas (precipitação, radiação solar e evapotranspiração da palma de óleo e das culturas de cobertura do solo), que definem a conservação e a necessidade de drenagem do solo.

2. Condições climáticas e disponibilidade de água no solo para a cultura de palma de óleo

Os requerimentos ideais para a boa produtividade da palma de óleo são precipitações anuais superiores a 2000 mm, sem meses com déficit hídrico intenso e com pelo menos 100 mm de precipitação mensal (HARTLEY, 1970). A precipitação e sua distribuição temporal é apenas um dos fatores a serem analisados na disponibilidade de água. As variações interanuais (médias de precipitação anual) e intra- anuais (média de precipitações mensais), em combinação com estimativas da Evapotranspiração (EVT) e do balanço hídrico, determinam a aptidão climática quanto à disponibilidade de água.

Estudos de aptidão climática e de balanço hídrico para o Estado do Pará foram realizados por Bastos et al. (2001). Para o Brasil, foram realizados estudos pelo *Institut de Recherche pour Les Huiles et Oleagineux* (IRHO) e, mais recentemente, esses estudos e os déficits hídricos estimados para a Amazônia Legal foram utilizados para a classificação da aptidão das terras para a cultura de palma de óleo apresentadas neste livro.

A EVT potencial de um palmar foi estimada para condições em que não haja limitação de fornecimento de água pelo solo, assumindo um valor médio de 3,3 mm.dia⁻¹ para palmares com um a três anos e valores médios de 5 a 6 mm.dia⁻¹ para palmares na fase adulta. Esse valor pode se elevar até 10 mm.dia⁻¹ em condições extremas (CORLEY e TINKER, 2003).

Além das condicionantes atmosféricas, a EVT de uma palma de óleo é condicionada pela disponibilidade de água no solo. Com a redução da umidade, a água retida no solo em poros de menor diâmetro equivalente tem aumentada sua energia potencial, consequentemente diminuindo a capacidade de extração de água até a parada de absorção pelas raízes da palma de óleo.

A água potencialmente disponível no solo para absorção pelas raízes poderá ser “perdida” por percolação abaixo da zona de absorção das raízes devido à evaporação direta da superfície do solo ou à EVT das plantas de cobertura, invasoras ou consorciadas. A limitação e a competição pela água feita pelas plantas intercalares em um palmar é uma questão complexa e dependente de condicionantes da espécie utilizada, das condições climáticas e das características do solo. Teoricamente, plantas intercalares também podem ser utilizadas em áreas muito úmidas para a redução da umidade do solo. Entretanto, tendo em vista o intenso sombreamento nas entrelinhas de um palmar adulto, observa-se praticamente apenas o crescimento de pteridófitas (musgos e samambaias), especialmente na Amazônia Central.

O balanço hídrico de uma área cultivada, como um palmar, é dado pelo balanço de massa entre as entradas (chuva e irrigação) e saídas de água (EVT, escoamento superficial e perda por percolação profunda). Um dos pontos cruciais para a estimativa do balanço hídrico se refere à capacidade de armazenamento de água no solo,

considerando a profundidade na qual o sistema radicular poderá absorver água sem reduções significativas de produtividade.

A umidade que o solo atinge, após cessar a drenagem pelos macroporos, é conhecida como umidade na Capacidade de Campo (CC). Sua definição é controversa, mas consiste basicamente na umidade do solo após este ter sido saturado e o fluxo da água ter praticamente cessado pelas forças gravitacionais. Essa umidade pode variar entre 15% e 45% para solos mais arenosos e mais argilosos, respectivamente. O Ponto de Murcha Permanente (PMP) pode ser resumido como a umidade na qual as plantas não conseguem mais absorver água do solo devido à elevada energia com que esta se apresenta. Esse valor é determinado com equipamentos especiais em laboratório e varia entre 7% e 25%, entre solos arenosos e muito argilosos.

A quantidade de água retida entre CC e PMP é conhecida como Água Disponível (AD). A quantidade de água disponível num solo é dependente de sua estrutura, textura e mineralogia. Esse valor pode ser alterado com o manejo do solo. Na maioria dos casos, ocorre uma redução da porcentagem de AD pela redução da porosidade e da umidade na CC causada por reduções do espaço poroso (compactação). A redução do tamanho dos poros faz com que a água seja retida no solo com maior energia, e a habilidade das raízes da palma de óleo em absorver a água do solo depende mais do potencial da água do que de sua quantidade total (TINKER e NYE, 2000). Essa relação entre potencial de água no solo e quantidade de água no solo é conhecida como Curva de Retenção de Umidade do solo (CRU). A relação (CRU) é governada, na maior parte, por forças capilares causadas pelos poros do solo no qual a água está armazenada. Solos com elevada quantidade de microporos apresentam um grande percentual de água com elevada energia

e são de mais difícil absorção pelas raízes das plantas de palma de óleo.

A Capacidade de Água Disponível (CAD) de um solo é a fração da água presente no solo que se encontra em condições de ser absorvida pelas raízes. Em geral, é o armazenamento possível de água, calculado pela diferença entre a umidade na CC e a umidade no PMP, considerando a profundidade efetiva do sistema radicular.

O valor máximo de umidade que um solo pode atingir é conhecido como umidade de saturação. Isso ocorre quando todo o espaço poroso do solo está preenchido com água. A saturação do solo acontece muito raramente em condições de campo, sendo observada em locais que apresentem boa drenagem apenas quando ocorrem precipitações muito intensas, acima da capacidade de infiltração do solo. Um palmar bem manejado e com solo bem drenado, mesmo após intensas precipitações, não ficará saturado por um longo período. A boa drenagem do solo se dá quando há manutenção da estrutura que forma o espaço poroso, o qual regula os processos de aeração e drenagem do solo.

Após uma chuva ou irrigação, a drenagem é governada basicamente pela força gravitacional que atua efetivamente nos macroporos (poros com diâmetro equivalente maior que 50 μm). Nos poros de menor diâmetro (meso e microporos), as forças capilares e de adsorção é que controlam a velocidade do fluxo de água e a sua capacidade de drenagem. Em solos com grande percentual do espaço poroso com poros de pequeno diâmetro (microporos) e de textura argilosa, grande parte da água é retida por forças de adsorção que ocorrem entre as moléculas de água e a superfície das partículas (minerais de silte e argila, grãos de areia e frações orgânicas). Essa água retida por forças de adsorção ou forças capilares muito intensas é praticamente indisponível para a palma de óleo

e pode representar um grande percentual do total de água no solo. Nos Latossolos Amarelos muito argilosos da Amazônia Central, a água acima do PMP (praticamente indisponível às plantas) atinge valores de cerca de 20% a 25% da água total do solo (TEIXEIRA, 2001). Nos Latossolos Amarelos de textura média e arenosa da região de cultivo de palma de óleo no Estado do Pará, esses valores são de aproximadamente 15 a 20% (VIEIRA e SANTOS, 1987).

A geometria poral dos solos tropicais é bastante intrincada e faz com que o processo de transferência de água dos poros do solo para as raízes das plantas seja um processo bastante complexo, variável de acordo com as características do solo e as alterações causadas na porosidade pelo manejo. A compactação do solo causa a redução da porosidade total ou a redução do tamanho médio dos poros do solo (TEIXEIRA, 2001).

Caliman et al. (1990a), trabalhando em palmares na Costa do Marfim, observaram que a compactação do solo reduziu entre 20 e 30% a produtividade devido à menor retenção de água nos horizontes superficiais do solo. Para o cultivo da palma de óleo em áreas sujeitas a déficit hídrico (áreas em que o total de água que entra é menor que a quantidade total de água perdida pela EVT), é recomendável o plantio em solos que apresentem maior capacidade de armazenamento de água (normalmente os mais argilosos), em combinação com o uso de práticas culturais que visem reduzir a competição por água nos horizontes superficiais do solo. Nessas regiões, recomenda-se evitar a competição pela água, principalmente nos períodos de déficit hídrico, pelos cultivos intercalares. Entretanto, o uso de cultivo intercalar com espécies de ciclo curto, favorecendo a conservação de água no solo principal-

mente através da ação da cobertura do solo pelos restos culturais, pode reduzir o déficit hídrico. Em casos de regiões com déficit hídrico severo, o cultivo da palma de óleo só será viável com o fornecimento de água via irrigação. A irrigação nos palmares foi estudada durante doze anos na Costa do Marfim (PRIoux et al., 1992). Os resultados mostraram que, nas áreas irrigadas, foram obtidas produções médias de 22 toneladas de cachos e 5 toneladas de óleo por hectare ao ano, mostrando um ganho maior que 20% em relação à testemunha não irrigada.

No Brasil, são poucos os estudos de produção de palma de óleo irrigada. Na região de Acaá (PA), foi feito um estudo no qual se verificou um aumento no número de cachos nas parcelas irrigadas que não se refletiram em aumento significativo da produção (VEIGA et al., 2001). Estão em andamento estudos feitos pela Embrapa, com resultados ainda incipientes, mas promissores, do cultivo de palma de óleo sob condições irrigadas nos cerrados do Brasil Central e de Roraima.

As horas de brilho solar devem ser superiores a 1500 h ano⁻¹ (HARTLEY, 1970; MÜLLER, 1980). A baixa radiação solar pode reduzir a taxa fotossintética e alterar a maturação dos cachos, reduzindo a percentagem de óleo no fruto (DUFRENE e SAUGIER, 1993). A intensidade da radiação solar num determinado local é fundamental para altas produtividades. Corley e Tinker (2003) relatam que a incidência deverá ser maior que 20 MJ m⁻² dia⁻¹. Este fator também está relacionado com a EVT do cultivo, cuja taxa é condicionada não só pela intensidade solar, como também pelos fatores temperatura, ventos e disponibilidade de água no solo.

3. Aspectos de diferentes classes de solo e da granulometria no desenvolvimento da palma de óleo

A palma de óleo se desenvolve bem em condições edáficas muito diversas, podendo se adaptar a solos distróficos (a saturação por bases no complexo de troca de cátions é menor que 50%), desde que corrigidos, adubados e manejados criteriosamente (VIÉGAS e BOTELHO, 2000). Entretanto, solos férteis terão custos reduzidos de adubação e, potencialmente, maior produtividade.

Na Amazônia brasileira, a palma de óleo vem sendo cultivada principalmente nos Latossolos Amarelos de textura média na região Bragantina e nos Latossolos Amarelos de textura argilosa na região de Manaus. Ambos os solos são distróficos, além de deficientes em fósforo e na maioria dos principais nutrientes (magnésio, potássio, cálcio e boro). Trabalhos conduzidos em Belém (PACHECO et al., 1985) e em Manaus (RODRIGUES et al., 1997) demonstraram que o fósforo foi o elemento mais limitante para o desenvolvimento e a produção de palma de óleo nesses locais.

Os Latossolos, nas suas condições originais, normalmente apresentam boas características físicas, sendo, entretanto, suscetíveis à compactação e à degradação da estrutura do solo. Paradoxalmente, os Latossolos Amarelos da região Bragantina, no Pará, apesar de apresentarem o predomínio de partículas minerais na fração areia, apresentam uma reduzida drenagem em relação aos Latossolos Amarelos argilosos ou muito argilosos bem estruturados da Amazônia Central, que apre-

sentam uma boa drenagem. Peralta et al. (1985) e Calliman et al. (1990b) concluíram que a manutenção das características físicas do solo num palmar pode contribuir de modo significativo para o aumento dos rendimentos devido à melhor eficiência de utilização dos adubos.

A palma de óleo apresenta melhores produtividades em solos com profundidade efetiva maior que 1,0 m e não compactados ou densos naturalmente. O sistema radicular fasciculado da palma de óleo é sensível a solos compactados (OLLAGNIER et al., 1970; CALLIMAN et al., 1990a), apresentando uma acentuada redução de crescimento quando cultivado nessas condições.

A presença de alguma camada de impedimento, como ocorre em alguns Plintossolos (solos que apresentam horizontes plíntico ou petroplíntico, caracterizados pela presença de uma camada de concreções) e Espodossolos (solos que apresentam horizonte espódico, muitas vezes endurecido pela cimentação de óxidos de ferro e alumínio), pode também limitar o estabelecimento e a produtividade da palma de óleo. A presença de grandes quantidades de concreções endurecidas (petroplintita) reduz o volume de solo para exploração das raízes e também a capacidade de armazenamento de água no solo, dado que normalmente as petroplintitas não possuem baixa porosidade. Entretanto, se a quantidade de petroplintita não for excessiva e as propriedades da massa de solo forem adequadas, esses solos podem ser parcialmente aptos, como ocorre em algumas áreas no estado do Pará. Em regiões onde ocorrem os Plintossolos, é necessário um estudo mais detalhado sobre a profundidade em que se encontram as camadas de impedimento e sua influência na redução da drenagem.

Regiões com predomínio de solos arenosos, como Espodossolos e Neossolos quartzarênicos, serão consideradas

inaptas ou terão aptidão marginal, tendo em vista, entre outras limitações, a baixa retenção de umidade. Solos com profundidade efetiva menor que 45 cm são considerados inaptos para a palma de óleo. Contudo, há relatos de palmares na Ásia com boa produtividade em solos de baixa profundidade efetiva (50 cm de profundidade) e em solos turfosos, desde que com bom suprimento de água e nutrientes (CORLEY e TINKER, 2003).

Os solos de textura arenosa, devido à baixa retenção de água e à drenagem excessiva, e os de textura muito argilosa e argilosos maciços, que apresentam reduzida drenagem, são considerados com aptidão marginal. A palma de óleo tolera, apenas por um curto período, a deficiência de oxigênio (hipoxia), geralmente relacionada a áreas encharcadas; em áreas de baixa permeabilidade ou sujeitas a inundações, é necessária a construção de sistemas de drenagem (LAUREZAL, 1980).

A boa drenagem do solo parece ser um fator crucial para o bom desenvolvimento da palma de óleo. Há uma confusão entre os problemas causados pelo excesso de água e o suprimento de oxigênio às raízes de plantas crescendo num solo. Solos saturados, cuja água apresenta oxigênio livre dissolvido, poderão não apresentar problemas quanto ao desenvolvimento da palma de óleo, que já foi cultivada com sucesso em experimentos de laboratórios em soluções nutritivas aeradas (ASSIS et al., 1996).

Entretanto, as raízes da palma de óleo são pouco tolerantes a condições de hipoxia no solo (CORLEY e TINKER, 2003). Em regiões de alta precipitação, como em parte da região Bragantina, no Pará, mesmo o uso de drenos poderá ser ineficiente para garantir uma boa aeração do solo. Algumas classes e horizontes de solos apresentam uma baixa condutividade hidráulica horizontal, fazendo com que os drenos funcionem com reduzida eficiência; con-

sequentemente, o solo poderá permanecer parcialmente saturado, mesmo com a presença de drenos. Nesses solos, uma rede densa de drenos pode ser necessária para efetivamente drenar e permitir a aeração do solo.

4. Condições físico-hídricas do solo e sua relação com a incidência do amarelecimento fatal e o estado nutricional da palma de óleo

O avanço da cultura de palma de óleo no Brasil tem uma limitação causada pela incerteza do aparecimento da doença denominada Amarelecimento Fatal – AF. Há vários indícios de que essa doença seja um distúrbio fisiológico ou um ataque de patógenos secundários devido à predisposição causada por fatores abióticos (BERGAMIN FILHO et al., 1998; LARANJEIRA et al., 1998; FRANQUEVILLE, 2001; CHINCHILLA, 2008).

A ocorrência do AF foi verificada em várias classes de solos na América Latina (FRANQUEVILLE, 2001). Diversas pesquisas já foram realizadas para tentar relacionar as características físicas e hídricas do solo com a ocorrência do AF (RODRIGUEZ et al., 2000; HARTLEY, 1970) e as possíveis interações entre as características físicas e químicas do solo nos palmares (BOARI, 2008; CHINCHILLA, 2008). Contudo, os resultados não foram conclusivos, apenas indicativos de que uma reduzida drenagem pode ocasionar o AF (BERNARDES, 2000; BERGAMIN FILHO et al., 1998).

As condições de drenagem e aeração do sistema radicular do solo são propriedades dinâmicas que se alteram continua-

mente com as condições do ambiente. As condições microclimáticas de um palmar refletem na capacidade de EVT e evaporação da água no solo (CABRAL, 2000), num intrincado processo dinâmico no qual as condições de umidade do solo influirão na capacidade de infiltração e transmissão da água dentro do perfil do solo. As características da chuva que incide em determinada região, incluindo sua intensidade, quantidade e duração, influirão, por sua vez, no enchimento dos poros do solo, numa competição com o ar do solo. O diâmetro dos poros influenciará as condições de energia em que a água fica retida. Em algumas situações de manejo de solos tropicais, o espaço poroso total do solo não se altera, mas ocorrem mudanças na distribuição de frequência de poros por tamanho. O aumento da quantidade de poros de pequenos diâmetros (microporos) causa alterações drásticas nos fluxos de água e de ar no solo (TEIXEIRA, 2001).

Atualmente, encontra-se em andamento um projeto que avalia a hipótese de o AF ser provocado por uma redução na porosidade de aeração e, conseqüentemente, na condutividade hidráulica do solo, o que causaria uma diminuição temporária do potencial de oxirredução do solo. Isso acarretaria alterações na composição dos íons na solução do solo, especialmente nas formas iônicas reduzidas de ferro, manganês, nitrogênio e enxofre. Aparentemente, essas alterações estariam produzindo distúrbios fisiológicos que se iniciam no sistema radicular e ocasionam uma predisposição da palma de óleo ao AF.

5. Referências bibliográficas

ASSIS, R. P.; CARVALHO, J. G.; PAULA, M. B.; VIÉGAS, I. J. M.; ASSIS, M. P. Teores de nutrientes na parte aérea do dendzeiro em função de diferentes relações entre K, Ca e Mg na solução nutritiva. In: REUNIÃO BRASILEIRA DE FERTILIDADE DO SOLO E NUTRIÇÃO DE PLANTAS, 22., Manaus, 1996. **Resumos expandidos**. Manaus: SBCS, 1996. p. 662-663.

BARCELOS, E.; RODRIGUES, F. M.; MORALES, E. A. V. **Dendzeicultura**: alternativa para o desenvolvimento sustentável no Amazonas. Manaus: Embrapa Amazônia Ocidental, 1999. 19 p.

BASTOS, T. X.; MÜLLER, A. A.; PACHECO, N. A.; SAMPAIO, S. M. N.; ASSAD, E. D.; MARQUES, A. F. S. Zoneamento de riscos climáticos para a cultura do dendzeiro no estado do Pará. **Revista Brasileira de Agrometeorologia**, v. 9, n.3, p. 564-570, 2001.

BERGAMIN FILHO, A.; AMORIM, L.; LARANJEIRA, F. F.; BERGER, R. D.; HAU, B. Análise temporal do amarelecimento fatal do dendzeiro como ferramenta para elucidar sua etiologia. **Fitopatologia Brasileira**, v. 23, n. 3, p. 391-396, 1998.

BERNARDES, M. S.; VEIGA, A. S.; RAMOS, E. A doença de raiz amarelecimento fatal do dendzeiro. In: CONGRESSO BRASILEIRO DE FITOPATOLOGIA, 33., Belém, 2000. **Resumos...** Belém: Sociedade Brasileira de Fitopatologia, 2000. p. 454.

BOARI, A. **Estudos realizados sobre o amarelecimento fatal do dendzeiro (Elaeis guineensis Jacq.)**. Belém: EMBRAPA-CPATU, 2008. 62 p.

CABRAL, O. M. R. Microclima de dendzeais na Amazônia Ocidental. In: VIÉGAS, I. J. M.; MÜLLER, A. A. (Ed.). **A cultura do dendzeiro na Amazônia Brasileira**. Belém: Embrapa, 2000.

CALIMAN, J. P.; CONCARET, J.; AUBRY, M. Subsoiling in oil palm plantations: description of an adapted tool and conditions for its use. **Oleagineaux**, v. 45, n.8-9, p. 391-392. 1990a

CALIMAN, J. P.; CONCARET, J.; OLIVIN, J.; DUFOUR, F. Maintenance of physical soil fertility under oil palm in humid tropical regions. **Oleagineaux**, v. 45, n. 3, p. 109-110.1990b

CHINCHILLA, C. The many faces of spear rots in Oil Palm: the need for an integrated management approach. **ASD Oil Palm Papers**, v. 32, p.1-25, 2008.

- CORLEY, R. H. V.; TINKER, P. B. **The oil palm**. 4. ed. Oxford: Blackwell Sciences, 2003. 562 p.
- DUFRENE E.; SAUGIER, B. Gas exchange of oil palm in relation to light vapour pressure deficit, temperature and leaf age. **Functional Ecology**, v. 7, p. 97-104. 1993.
- FRANQUEVILLE, H. **Oil palm bud rot in Latin America**: preliminary review of established facts and achievements. Montpellier: CIRAD – Buro-Trop, 2001. 33 p.
- HARTLEY C. W. S. **The oil palm** (*Elaeis guineensis* Jacq). London: Longman. 1970. 706 p.
- LARANJEIRA, F. F.; BERGAMIN FILHO, A.; AMORIM L.; BERGER, R. D.; HAU, B. Análise espacial do amarelecimento fatal do dendezeiro como ferramenta para elucidar sua etiologia. **Fitopatologia Brasileira**. v. 23, n. 3, p. 397-403, 1998.
- LAUREZAL, A. Les sols d'Amérique latine et la culture du palmier à huile: mise en valeur. Aménagement: fertilization et potencial de production. **Oleagineux**, v. 35, n.11, p. 477-490, 1980.
- MÜLLER, A. A. **A cultura de dendê**. Belém: EMBRAPA-CPATU, 1980. 23 p.
- OLLAGNIER M.; OCHS, R.; MARTIN, G. Adubação do dendezeiro no mundo. **Fertilité**, Paris, v. 36, n. 2, p. 3-64. 1970.
- PACHECO, A. R.; TAILLIEZ, B. J.; SOUZA, R. L. R. de; LIMA, E. J. de. Les deficiences minerales du palmier à huile (*E. Guineensis* Jacq.) dans la region de Belém, Pará (Bresil). **Oleagineux**, v. 40, n.4, p. 295-309, 1985.
- PERALTA, F.; VÁSQUEZ O.; RICHARDSON D. L.; ALVARADO, A.; BORNEMISZA, E. Effect of some soil physical characteristics on yield, growth and nutrition, of the oil palm in Costa Rica. **Oleagineux**, v. 40, n. 8-9, p. 423-430, 1985.
- PRIoux, G.; JACQUEMARD, J. C.; FRANQUVILLE, H.; CALIMAN, J. P. 1992. Oil palm irrigation. Initial results obtained by PHCI (Ivory Coast). **Oleagineux**, Paris, v. 47, n. 8-9, p. 497-509, 1992.
- RODRIGUES, M. R. L.; MALAVOLTA, E. ; CHAILARD, H. La fumure du palmier à huile en Amazonie centrale résiliente. **Plantations, recherche, développement**. v. 4, n.6, p. 392-400, 1997.
- RODRIGUEZ, T. E.; VIÉGAS I. J. M.; TRINDADE D. R.; MARTINS E SILVA, H.; FRAZÃO, D. A. C.; CORDEIRO, R. A. M. Influência das propriedades físicas do solo na ocorrência do amarelecimento fatal do dendezeiro. In: SEMINÁRIO INTERNACIONAL AGRONEGÓCIO DO DENDÊ. Belém, PA, 2000. **Uma alternativa social, econômica e ambiental para o desenvolvimento sustentável da Amazônia**. Belém, PA, Embrapa Amazônia Oriental, 2000.
- TEIXEIRA, W.G. Land use effects on soil physical and hydraulic properties of a clayey Ferralsol in the Central Amazon. **Bayreuther Bodenkundliche Berichte**, v. 72, p. 1-255, 2001.
- TINKER, P. B.; NYE, P. H. **Solute movement in the rhizosphere**. Oxford: University Press, 2000, 444 p.
- VEIGA, A. S.; SININBU, S. do E. S.; RAMOS, RAMOS, E. J. **Irrigação em dendezeiros na região do Acajá, Pará**. Belém: DENPASA, 2001. 34 p.
- VIÉGAS, I. de J. M.; BOTELHO, S. M. Nutrição e adubação do dendezeiro. In: VIEGAS, I. de J. M.; MÜLLER, A. A. (Org.). **A cultura do dendezeiro na Amazônia brasileira**. Belém: EMBRAPA – CPATU, 2000, p. 229-273.
- VIEIRA, L. S.; SANTOS, P. C. T. C. D. **Amazônia: seus solos e outros recursos naturais**. São Paulo: Editora Agronômica Ceres, 1987. 417 p.

Manejo de pragas e doenças para a cultura de palma de óleo na Amazônia

Walkymário de Paulo Lemos e Alessandra de Jesus Boari

1. Introdução

Apesar das condições favoráveis para o desenvolvimento de palmáceas na Amazônia brasileira, as condições ecológicas peculiares da região favorecem o aparecimento e estabelecimento de insetos-praga e doenças, especialmente em agroecossistemas implantados em monocultivos. Por esse motivo, cultivos de palma de óleo (dendezeiro) necessitam ser monitorados sistematicamente, visando à redução das perdas provocadas por esses agentes.

Insetos-praga e doenças estão entre os principais problemas associados à cultura de palma de óleo no Brasil. Na região Norte do país, que contém as maiores plantações de palma de óleo, são encontradas diferentes espécies de insetos que causam danos a esse cultivo, particularmente: os broqueadores *Eupalamides cyparissias cyparissias* (Lepidoptera: Castniidae) (BERNARDINO, 2007) e *Rhynchophorus palmarum* (Coleoptera: Curculionidae); e os desfolhadores *Opsiphanes* sp. e *Brassolis* spp. (Lepidoptera: Nymphalidae), *Sibine* spp. e *Talima* sp. (Lepidoptera: Limacodidae), *Euprosterna* sp. e *Automeris* spp. (Lepidoptera: Saturniidae) (TINÓCO, 2008). Em função da importância desse problema, serão discutidas nesta publicação as estratégias de manejo

das espécies de insetos-praga *E. c. cyparissias*, *R. palmarum*, *O. invirae* e *B. sophorae* em cultivos de palma de óleo. No Brasil, a doença mais importante é o Amarelecimento Fatal, que será discutida no próximo capítulo. Outras doenças significativas são o anel vermelho, a fusariose, o fitomonas e doenças fúngicas do viveiro.

2. Principais insetos-praga da cultura de palma de óleo

***Eupalamides cyparissias cyparissias* (Fabricius) (Lepidoptera: Castniidae) – broca-da-coroa-foliar, broca-do-cacho ou broca-do-dendezeiro**

Entre os insetos que atacam cultivos de palma de óleo na região Norte do Brasil, a broca-da-coroa-foliar *E. c. cyparissias*, cujos sinônimos juniores são *Castnia dedalus*, *Eupalamides dedalus* e *Cyparissius dedalus* (LAMAS, 1995; HOWARD, 2001), é considerada uma das pragas mais importantes.

Imaturos de *E. c. cyparissias* (Figura 1) são ameaças para a palma de óleo devido a suas características de desenvolvimento

biológico contínuo durante as diferentes épocas do ano, à natureza de dano provocado e, principalmente, à abundância de hospedeiros potenciais na região Norte do Brasil, entre os quais, além da palma de óleo, estão o coqueiro, o açazeiro (*E. oleracea*), a bacabeira (*Oenocarpus* sp.) e várias outras palmeiras nativas da região.

Figura 1 – Detalhes do imaturo de *E. c. cyparissias* e a injúria por ele provocada
(Foto de W. P. Lemos)



Lagartas dessa praga perfuram galerias no estipe, nas bases foliares e nos pedúnculos dos cachos da palma de óleo, reduzindo o fluxo normal de seiva, o crescimento da planta e a produção. No decurso de seu desenvolvimento, as lagartas constroem, no interior do estipe, galerias cada vez mais profundas e de maior diâmetro, podendo, inclusive, atingir o meristema apical e ocasionar a morte da palmeira.

As medidas de controle devem ser adotadas seguindo informações obtidas com os levantamentos mensais do inseto no plantio. Três critérios são utilizados para avaliação da praga:

- levantamentos mensais da população de adultos (Figura 2) utilizando redes entomológicas;
- levantamento de plantas com sintomas do ataque do inseto, considerando-se os aspectos: folha arriada, paralela ao estipe, e perfurações no estipe, próximo à coroa foliar;

Figura 2 – Detalhes do adulto de *E. c. cyparissias*

(Foto: José Malta de Souza – Grupo Agropalma)



- levantamento da população de imaturos de *E. c. cyparissias* em plantas eliminadas na propriedade por diferentes causas.

O comportamento do inseto, a altura das plantas e a falta de produtos registrados para a cultura são, ainda, entraves para o combate de *E. c. cyparissias* no campo. No entanto, tais limitações estão sendo superadas através de parcerias existentes entre o setor produtivo e a Embrapa Amazônia Oriental, que, juntos, estão buscando desenvolver estratégias de manejo integrado dessa praga, com enfoque nos métodos alternativos de controle.

***Rhynchophorus palmarum* L. (Coleoptera: Curculionidae) – broca-do-olho-do-coqueiro, broca-do-coqueiro ou bicudo**

Denominado broca-do-coqueiro, ou simplesmente bicudo, *R. palmarum* é um inseto comum em diferentes palmáceas, provocando sérios danos a essas espécies. Ataca as palmeiras no campo, geralmente a partir dos dois anos de idade, quando elas estão começando a desenvolver o estipe. Além da palma de óleo, o *R. palma-*

rum ataca, também, espécies cultivadas e/ou nativas da Amazônia, particularmente o coqueiro e o açazeiro.

Os danos em cultivos de palma de óleo são provocados por imaturos e adultos de *R. palmarum*. Danos diretos são causados pelas larvas que perfuram os tecidos do estipe na região da coroa foliar (Figura 3a), construindo galerias que podem chegar até o tecido meristemático (broto terminal ou palmito). Em decorrência, as folhas novas ficam amareladas, murcham e, finalmente, se curvam e secam, indicando a morte da planta. Indiretamente, o adulto de *R. palmarum* é vetor do nematoide *Bursaphelenicus cocophilus* (Cobb) *Baujard*, agente causal da doença anel-vermelho (Figura 3b), que poderá ser letal à palma de óleo.

Trata-se de uma espécie-praga com grande número de estudos sobre as estratégias de controle, particularmente em cultivos de coqueiro. Dessa forma, recomenda-se que os métodos de controle dessa broca sejam integrados, visando à redução da população do inseto no plantio e nas proximidades com a utilização de armadilhas de captura e a aplicação de técnicas de manejo, tais como: eliminar plantas mortas no campo, evitar ferimentos em plantas sadias, utilizar alcatrão vegetal em eventuais ferimentos e monitorar a presença de inimigos naturais na área.

Uma vez que esse inseto é atraído por compostos voláteis resultantes da fermentação de líquidos açucarados exalados das

plantas e dos tecidos danificados das palmeiras, a captura do adulto dessa praga pode ser efetuada utilizando vários tipos de iscas contendo feromônio sintético de agregação, as quais podem ser encontradas no mercado com diferentes nomes comerciais.

As iscas para captura de *R. palmarum* podem ser usadas em três tipos de armadilhas:

- armadilha tipo balde, que consiste em um balde plástico de 50 a 100 litros, com tampa devidamente perfurada na qual são acoplados funis equidistantes;
- armadilha tipo tanque, que consiste em um recipiente de alvenaria com as dimensões 1,2 x 1,0 x 0,4 m;
- armadilha tipo feixe, que consiste em um feixe de cana amassada, pendurado no tronco do coqueiro.

Nos três tipos de armadilhas, são utilizados cana-de-açúcar junto com o feromônio de agregação para aumentar o seu poder de atração.

Vários inimigos naturais são importantes no equilíbrio da população de *R. palmarum* em campo, como por exemplo: parasitoides de pupas como *Billaea menezesi* (Guimarães; anteriormente *Paratheresia menezesi*) e *B. rhynchophorae* (Blanchard). O uso de iscas vegetais contaminadas com esporos do fungo *B. bassiana* é também uma alternativa de controle de *R. palmarum*.

Figura 3 – Dano direto [galeria] (A) e indireto [anel vermelho] (B) provocado por *R. Palmarum* (Foto: Ricardo Salles Tinôco – Grupo Agropalma)



***Brassolis sophorae* L. (Lepidoptera: Nymphalidae) – lagarta-das-folhas-do-coqueiro**

As formas jovens das espécies *Brassolis sophorae* L. e *Opsiphanes invirae* (Hübner; Lepidoptera: Nymphalidae) correspondem aos principais insetos desfolhadores encontrados em cultivos de palma de óleo na Amazônia brasileira, particularmente pelos danos econômicos que podem ocasionar. Por isso, recomenda-se o monitoramento dessas espécies mensalmente na propriedade.

Lagartas de *B. sophorae* são gregárias (Figura 4) e vivem reunidas durante o dia em ninhos construídos com folíolos. À noite, alimentam-se das folhas de qualquer nível. Adultos de *B. sophorae* medem entre 70 e 105 mm e possuem asas anteriores e posteriores de cor marrom-escura com leves reflexos violáceos, contendo uma faixa transversal de cor alaranjada. Na fêmea, o tórax é mais largo na altura das asas superiores e toma a forma de um “y”.

Figura 4 – Detalhes de imaturos gregários de *B. Sophorae* (Foto: José Malta de Souza – Grupo Agropalma)



Brassolis sophorae é uma praga capaz de provocar danos econômicos à cultura de palma de óleo devido ao desfolhamento parcial ou total das palmeiras (Figura 5) causado por seus imaturos, que são desfolhadores de diferentes espécies silvestres e cultivadas de palmáceas, entre as quais a palma de óleo, o açaizeiro e o coqueiro.

Figura 5 – Desfolhamento causado por imaturos de *B. Sophorae* (Foto: José Malta de Souza – Grupo Agropalma)



O ataque dessa praga pode provocar redução ou suspensão da produção durante um determinado período do ano. Cada lagarta de *B. sophorae* pode consumir de 500 a 600 cm² (entre 2,0 e 2,5 folíolos), podendo desfolhar completamente uma palmeira em poucos dias, quando em altas infestações.

O método mais eficaz e seguro para controlar *B. sophorae* é localizar, retirar e destruir os ninhos encontrados no monitoramento mensal. Em plantas jovens, o método é eficiente; porém, em plantas adultas, a eficiência do controle é limitada pelas dificuldades de localizar e retirar os ninhos.

Alguns microorganismos entomopatogênicos são relatados como eficientes no controle das lagartas de *B. sophorae*, como a bactéria *B. thuringiensis* e fungos dos gêneros *Beauveria*, *Nomurae*, *Paecylomyces* e *Cordyceps* (TINÔCO, 2008). Ninhos de *B. sophorae* parasitados por microorganismos, quando encontrados no campo, devem ser deixados no local e/ou transportados a laboratório para armazenamento em freezer a -5°C, a fim de serem posteriormente utilizados em pulverizações por ocasião de

novas infestações da praga. Recomenda-se utilizar 500 g de lagartas parasitadas trituradas para preparar 600 litros de solução do fungo, que é uma quantidade suficiente para pulverizar 1 hectare.

Em plantios comerciais de palma de óleo no Estado do Pará, também tem sido observada a predação de lagartas desfolhadoras pelo percevejo *Alchaeorhynchus grandis* (Hemiptera: Pentatomidae) (LEMOS et al., 2007). No entanto, ainda se percebe a necessidade de mais estudos sobre esse método de controle na Amazônia brasileira.

***Opsiphanes invirae* (Hübner) (Lepidoptera: Nymphalidae) – lagarta desfolhadora**

Lagartas de *O. invirae* (Figura 6) geralmente são encontradas na face inferior dos folíolos. Caracterizam-se por apresentar cabeça rósea com dois prolongamentos espinhosos, corpo verde com listras amareladas e dois apêndices caudais. Adultos dessa espécie medem entre 60 e 70 mm de comprimento e possuem asas anteriores negras nas extremidades, tornando-se avermelhadas à medida que se aproximam da base. As asas anteriores possuem, na parte mediana, uma longa faixa transversal de cor amarela. São insetos diurnos e muito ágeis, com vôo rápido.

Os danos provocados por *O. invirae* são similares àqueles descritos para *B. sophorae*, ou seja, suas lagartas destroem o

Figura 6 – Detalhes do imaturo de *O. Invirae*

(Foto: Ricardo Salles Tinôco – Grupo Agropalma)



limbo foliar a partir das bordas (Figura 7), deixando apenas as nervuras centrais.

Figura 7 – Desfolhamento causado por imaturos de *O. invirae*

(Foto: José Malta de Souza – Grupo Agropalma)



Uma única lagarta de *O. invirae* pode consumir até 800 cm² de folíolos. Dessa forma, deve-se observar uma folha central de duas plantas/ha e contar o número de lagartas, controlando-se quando encontrar de 10 a 15 lagartas por planta. Controles acima de 90% são alcançados com pulverizações de *B. thuringiensis* (via terrestre: 1,2 L p.c./ha; via aérea: 0,5 L p.c./ha), quando as lagartas ainda estão se alimentando (entre o 2º e 4º instar).

A população de adultos dessa praga pode ser manejada utilizando-se diferentes tipos de armadilhas, as quais podem ser confeccionadas com vasilhas de plástico cortadas de maneira a formar uma janela para entrada dos adultos, ou apenas sacos plásticos, contendo no seu interior uma solução de melão mais solução inseticida.

3. Principais doenças fitopatogênicas da palma de óleo

No mundo, já foram relatadas diferentes doenças da palma de óleo, como: ferrugem (*Pythium splendens*, *Rhizoctonia lamellifera*), manchas das folhas (*Cercospora elaeidis*), antracnose (*Botryodiplodia palmarum*, *Melanconium elaeidis*, *Glomerella cingulata*), mancha de mudas (*Curvularia eragrostidis*), amarelecimento e murcha vascular (*Fusarium oxysporum*), apodrecimento basal do tronco (*Ceratocystis paradoxa*, *Ganoderma spp.*, *Armillaria mellea*) (REES et al., 2007), fungo na coroa e apodrecimento das frutas (*Marasmius palmivorus*), anel-vermelho causado pelo nematoide *Bursaphelenchus cocophilus* (GIBLIN DAVIS et al., 1989), apodrecimento dos galos (brotos) causado pela bactéria *Erwinia spp.*, três vírus (*Potyvirus*, *Foveavirus*, *Nanovirus*) (MORALES et al., 2002; RIVERA et al., 1996), o viroide *cadang-cadang* (BEUTHER et al., 1992; VALDAMALAI et al., 2006) e fitoplasma (BRIOSO et al., 2002).

No Brasil, a principal doença da palma de óleo é o Amarelecimento Fatal (AF), que vem dizimando milhares de plantas. Entretanto, sua etiologia ainda não está elucidada. Alguns pesquisadores defendem causa abiótica e outros, abiótica do AF, mas seu agente ou fator causal não foi comprovado. Essa doença, bem como os estudos já realizados por vários pesquisadores, será abordada em outro capítulo.

A seguir, são descritas as doenças de origem fitopatogênica de importância para a cultura da palma de óleo no Brasil.

Anel Vermelho

Depois do Amarelecimento Fatal, é a doença de maior importância. É uma das principais doenças da América Latina, sen-

do, no Brasil, responsável pela morte de milhares de plantas de palma de óleo na Bahia e na região Amazônica (SILVA, 1991).

Essa doença é causada pelo nematoide *Bursaphelenchus cocophilus*, que já foi denominado *Rhadinaphelenchus cocophilus* (GOODEY, 1960). Esse nematoide pertence ao filo *Nemata*, na ordem *Aphelenchida* e família *Aphelenchoides*. Os nematoides adultos medem cerca de 1.370 µm de comprimento e 15,5 µm de diâmetro. O *B. cocophilus* geralmente tem baixa sobrevivência na água ou no solo, ou seja, em menos de sete dias, a taxa de mortalidade é de 100%. Entretanto, as formas jovens podem permanecer viáveis no tecido do estipe por até 130 dias, localizando-se nas cavidades intercelulares do tecido parenquimatoso do estipe e dos pecíolos e no córtex da raiz. Os nematoides são encontrados principalmente na região do anel. No coqueiro, em um grama do tecido do anel podem ser encontrados até 10.000 nematoides, sendo o ciclo de vida em tecido foliar de nove a dez dias.

Os sintomas iniciais causados pelo nematoide na palma de óleo são a redução de crescimento das folhas centrais, seguida do seu amarelecimento, e a mudança na coloração do pecíolo, que se torna alaranjado. No estipe, pode-se observar, após a realização do corte transversal, a formação de um anel escurecido (Figura 3B). Entretanto, a observação desse anel só é possível quando a doença se encontra num estágio bastante avançado. Na maioria das vezes, observa-se apenas a formação parcial do anel.

Esse nematoide tem outras espécies de palmeiras como hospedeiras, particularmente o coqueiro (*Cocos nucifera L.*), a tamareira (*Phoenix dactylifera*) e a macaúba (*Acrocomia aculeata*). No campo, é disseminado por um inseto-praga e vetor, o *R. palmarum*, que o transporta nas partes externa e interna do seu corpo.

Como manejo do Anel Vermelho, tem sido utilizada a eliminação de plantas com sintomas para diminuir a fonte de inóculo no campo. Entretanto, a principal estratégia tem sido o controle do inseto vetor por meio da captura com o uso de armadilhas espalhadas no plantio e/ou o uso de inimigos naturais, conforme descrito anteriormente.

Fusariose

Também conhecida como Secamento Letal da palma de óleo, sua ocorrência é comum em plantios nos diferentes estados brasileiros.

A Fusariose é causada pelo fungo *Fusarium oxysporum f.sp. elaeis*, pertencente à classe *Euascomycetes*, na ordem *Hipocreciales* e família *Hypocreaceae*. Essa *formae specialis* só infecta a palma de óleo, como sugere seu nome.

Os sintomas causados por esse fungo em plantas de palma de óleo consistem no aparecimento do amarelecimento nas folhas mais velhas, às vezes nas intermediárias, a partir do quarto ano de idade. Posteriormente, os sintomas evoluem para a quebra da base do pecíolo das folhas mais velhas, configurando o aspecto guarda-chuva. Essas folhas secam e podem levar à seca total da planta. No estípe, próximo à base, observa-se o escurecimento, ou necrose, dos tecidos condutores, também causado pela colonização do fungo. Embora esse fungo possa ser importante, não há uma medida de controle específica.

Marchitez Sorpressiva

Apesar de ser considerada doença de menor importância em relação às anteriores, esta pode levar a planta de palma de óleo à morte. A *Marchitez Sorpressiva* é causada por um protozoário chamado *Phytomonas staheli*, da ordem *Trypanosomatida* e família *Trypanosomatidae*. Esse patógeno causa uma coloração amarronzada nas extremida-

des nos folíolos das folhas mais velhas, que avança para a base e provoca a seca rápida da folha. Além disso, causa o abortamento de inflorescências, bem como o apodrecimento de cachos imaturos (TASCON e MARTINEZ, 1977; PERTHUIS et al., 1985).

Além da palma de óleo, o *Phytomonas* pode se hospedar em coqueiros e é transmitido pelos insetos *Hemiptera Haplaxius pallidus* Caldwell (Cixiidae) e *Linus lethifer*. Nas condições da Amazônia brasileira, o *Phytomonas* parece atacar com mais frequência palmares localizados ao longo da floresta e nas proximidades de igarapés (TRINDADE et al., 1997).

Como estratégia de controle, recomenda-se o arranquio das plantas afetadas, já que elas não se recuperam.

Mancha de Curvulária

Essa doença aparece mais no estágio de viveiros com nutrição desbalanceada. A mancha é causada pelo fungo *Curvularia sp.*, da classe *Euascomycetes*, na ordem *Pleosporales* e família *Pleosporaceae*. O fungo *Curvularia* possui conidióforos escuros que produzem conidiósporo simpodial. Os conidiósporos são escuros, retos ou curvos e apresentam até cinco células.

Os sintomas aparecem, inicialmente, em forma de lesões circulares, de coloração amarelada e translúcida, visíveis em ambas as faces da folha, e posteriormente se tornam elípticas. A lesão pode ter de 3 a 7 mm de comprimento e pode variar de marrom-claro a marrom-escuro com um halo amarelado. Quando o ataque é severo, as lesões coalescem.

A infecção pela *Curvularia* pode ser favorecida pela alta umidade do ar (acima de 80%) e pela temperatura superior a 25°C. Esse micro-organismo pode causar doença também em outras palmáceas, como a pupunha e o coqueiro.

O manejo da mancha deve ser preventivo, por meio da aplicação de fungicida à base de mancozeb e da eliminação de folhas ou mudas com sintomas.

4. Referências bibliográficas

BERNARDINO, A. S. **Flutuação populacional da broca-da-coroa-foliar *Eupalamides cyparissias* (Lepidoptera: Castniidae) em plantios de dendê (*Elaeis guineensis*) no Estado do Pará.** 2007. 37 f. Dissertação (Mestrado) - Universidade Federal de Viçosa, Viçosa.

BEUTHER, E.; WIESE, U.; LUKAS, N.; SLOBBE, W. G. van; RIESNER, D. Fatal yellowing of oil palms: search for viroids and doubled-stranded RNA. **Journal of Phytopathology**, v. 136, n. 4, p. 296-311, 1992.

BRIOSO, P. S. T.; MONTANO, H. G. Fitoplasmas no Brasil. In: POLTRONIERI, L. S.; TRINDADE, D. R. (Org.). **Manejo integrado das principais pragas e doenças de cultivos amazônicos.** Belém, PA: Embrapa Amazônia Oriental, 2002. 284 p.

GOODEY, J. B. *Rhadinaphelenchrrsc ocophilus* (Cobb, 1919) n. comb., the nematode associated with "red ring" disease of coconut. **Nematologica**, v. 5, p. 98-102, 1960.

HOWARD, F. W.; MOORE, D.; GIBLIN-DAVIS, R. M.; ABAD, R.G. **Insects on Palms.** [Gainesville]: Florida University Press, 2001. 400 p.

LAMAS, G. A critical review of J.Y. Miller's checklist of the neotropical castniidae (Lepidoptera). **Revista Peruana de Entomología**, v. 37, p. 73-87, 1995.

LEMONS, W. P.; RIBEIRO, R. C.; BERNARDINO, A. S.; BUECKE, J.; MÜLLER, A. A. **Predação de lagartas desfolhadoras do dendezeiro por *Alcaeorhynchus grandis* (Hemiptera: Pentatomidae).** Belém: Embrapa Amazônia Oriental, 2007. 4 p. (Embrapa Amazônia Oriental. Comunicado Técnico, 195).

MORALES, F. J.; LOZANO, I.; SEDANO, R.; CASTAÑO, M.; ARROYAVE, J. A. R. Partial characterization of a potyvirus infecting african oil palm in South America. **Journal of Phytopathology**, v. 150, n. 4-5, p. 297-301, 2002.

PERTHUIS, B.; CHENON, R. D.; MERLAND, E. Mise en evidence du vecteur de la marchitez sorpressiva du palmier à huile, la punaise *Lincus lethifer* (Hemiptera, Pentatomidae, Discocephalinae). **Oléagineux**, v. 40, p. 473-475. 1985.

REES, R. W.; FLOOD, J.; HASAN, Y.; COOPER, R. M. Effects of inoculum potential, shading and soil temperature on root infection of oil palm seedlings by the basal stem rot pathogen *Ganoderma boninense*. **Plant Pathology**, v. 56, n. 5, p. 862-870, 2007.

RIVERA, C.; PEREIRA, R.; MOREIRA, L. Detection of potyvirus-like particles associated with oil palms (*Elaeis guineensis*) in Ecuador. **Plant Disease**, v. 80, n. 11, p.1301, 1996.

SILVA, H. M. **O anel vermelho do coqueiro e do dendezeiro.** [s.l.]: EMBRAPA, 1991. (EMBRAPA. Documentos, 60).

TASCON, E. M.; MARTINEZ, L. G. Identificación del insecto de la marchitez sorpressiva de la palma africana (*Elaeis guineensis*) **Fitopatología Colombiana**, v. 6, p. 2-14, 1977.

TINÔCO, R. S. **Diversidade de inimigos naturais associados a lepidópteros desfolhadores da palmeira do dendê, no Complexo Agroindustrial Agropalma no Pará, Amazônia Brasileira.** 2008. 46 f. Dissertação (mestrado) - Universidade Federal de Viçosa, Viçosa.

TRINDADE, D. R.; SILVA, H. M.; POLTRONIERI, L. S.; GASPAROTTO, L. Palmáceas. In: VALE, F. X. R.; ZAMBOLIM, L. (Ed.). **Controle de doenças de plantas: grandes culturas.** Viçosa, MG: UFV, 1997. 1132 p. 2 v.

VALDAMALAI, G.; HANOLD, D.; REZAIN, M. A.; RANDLES, J. W. Variants of Coconut cadang-cadang viroid isolated from an African oil palm (*Elaeis guineensis* Jacq.) in Malaysia. **Archives of Virology**, v. 151, n. 7, p. 1447-1456, 2006.

O desafio das pesquisas com a etiologia do Amarelecimento Fatal (AF) da cultura da palma de óleo

Alessandra de Jesus Boari

1. Introdução

No Brasil, a cultura da palma de óleo (Dendezeiro – *Elaeis guineensis* Jacq) tem sua produção afetada por algumas doenças, mas o Amarelecimento Fatal (AF) tem se destacado como o responsável pela morte de milhares de plantas nos países produtores. Segundo Albertazzi et al. (2005), essa doença da cultura da palma de óleo, que ocorre somente na América tropical e afeta os plantios comerciais, recebe nomes diferentes em alguns países, como: “*Pudrición del cogollo* – PC” no Panamá, na Nicarágua, na Colômbia e no Equador; “*Spearl Rot*” no Suriname; e “Amarelecimento Fatal” no Brasil (RUI-NARD et al. 1990; MARIAU e GENTY, 1992; SWINBURNE, 1993; FRANQUEVILLE, 2001). Na tradução de PC para o inglês, essa doença recebe o nome de “*Bud Rot*”. Vários pesquisadores relatam que se trata da mesma doença, mas há variações de sintomas de acordo com a região, o que levou alguns pesquisadores a discordarem de que seja a mesma doença (TURNER e LIMPUR, 1981; FRANQUEVILLE, 2001)

No Brasil, o AF foi relatado pela primeira vez em 1974 em uma lavoura estabelecida em 1967 no Pará, quando sua ocorrência era esporádica, afetando poucos

palmares. No entanto, no ano de 1984, morreram 465 plantas e, em 1985, a doença exibiu um acréscimo sem precedentes, elevando o número de casos para 2.205 plantas mortas. Em 1986, foram registradas 9.968 plantas e em 1987, 32.673. Entre 1974 e 1991, o total foi de mais de 100.000 palmares mortos nessa plantação. Nessa área, observou-se um agravamento da doença entre o 15º e o 16º ano pós-plantio (VAN SLOBBE, 1988).

Na Região Norte, o AF também foi relatado em Tefé (projeto piloto Socfinco), no Amazonas, e em uma plantação de palma de óleo localizada em Porto Grande – Companhia Dendê do Amapá (Codepa), próximo a Macapá, AP (VAN SLOBBE, 1988).

No Pará, a ocorrência do AF ainda está restrita às áreas localizadas nos municípios de Benevides, Santa Isabel do Pará, Tomé-Açu, Santa Bárbara, Santo Antônio do Tauá, Bujaru, Moju, Belém e Acará. O AF é uma ameaça ao desenvolvimento da produção de palma de óleo no Pará, agravada pelo fato de sua causa ser de origem ainda desconhecida.

Vários trabalhos foram realizados com o objetivo de determinar a causa ou o agente causal do AF na palma de óleo. Entretanto, não foi encontrada nenhuma

correlação com insetos, problemas fisiológicos, solo e fitopatógenos.

Este capítulo tem o objetivo de relatar resumidamente os diversos resultados experimentais obtidos e as observações realizadas desde 1986, quando se iniciaram os trabalhos de pesquisa para identificar a causa do AF.

2. Sintomatologia

O AF se caracteriza, inicialmente, pelo ligeiro amarelecimento dos folíolos basais das folhas intermediárias (3, 4, 5 e 6) e, mais tarde, pelo aparecimento de necroses nas extremidades dos folíolos (Figura 1), que evoluem para a seca total dessas folhas. Um dos principais sintomas do AF é a seca da folha flecha e, eventualmente, pode ocorrer remissão temporária da planta (Figura 2), seguida de declínio generalizado e morte (Figura 3).

Van Slobbe (1991) relata que, geralmente, as plantas morrem 7 a 10 meses após o aparecimento dos primeiros sintomas, quando não ocorre a remissão. A partir da morte da folha flecha, não há mais a produção de cachos. Embora em algumas palmas possa ocorrer remissão de folhas, a

Figura 2 – Planta de palma de óleo com AF, com sintomas de remissão de folhas

Foto: Alessandra de Jesus Boari



produção de cachos é insignificante. Além disso, o sistema radicular não se desenvolve após o aparecimento dos primeiros sintomas do AF. Nos tecidos do estipe e do meristema das plantas com AF, não são observados apodrecimentos ou necroses do sistema vascular. Ayala (2001) e Bernardes (2001) ressaltam que o sistema radicular se apresenta necrosado logo no início do aparecimento do amarelecimento dos folíolos das folhas intermediárias. Essa doença pode ocorrer em qualquer idade do palmar.

Figura 1 – Palma de Óleo: amarelecimento e necrose da ponta do folíolo para a base

Foto: Alessandra de Jesus Boari



3. Estudos realizados sobre o AF

Foram desenvolvidas várias ações de pesquisa visando obter conhecimento sobre a causa do AF, tanto na busca por um agente fitopatogênico – isolamento, transmissão, sintomatologia, testes diagnósticos, insetos vetores (entomologia) e medidas de controle da doença, como na investigação de fatores do solo, hídricos e fisiológicos. Estudos de epidemiologia também foram realizados para analisar a distribuição do AF

Figura 3 – Plantio de palma de óleo dizimado pelo AF. Foto: Alessandra de Jesus Boari



com a finalidade de indicar se a sua causa é ou não de origem biótica.

3.1. Estudos visando a uma possível causa biótica

Chinchilla e Durán (1999) sugerem que os fitopatógenos associados a plantas doentes são oportunistas, já que não se provou que eles sejam a causa primária da doença. Os autores também sugerem que a suscetibilidade da planta de palma de óleo a esses patógenos pode ser propiciada por um ou mais tipos de estresse.

Entomologia

A iniciativa para a realização de trabalhos de pesquisa na área de entomologia foi baseada na observação (de campo) preliminar que levantou a hipótese de que a doença era propagada por insetos, pelo fato de a disseminação ocorrer no sentido dos ventos, o que coincidia com a área de progresso do AF no campo, com distribuição aleatória (CELESTINO FILHO et al., 1993).

Do total de insetos catalogados, prevaleceu a família Cicadellidae, com 266 es-

pécies registradas. Nos ensaios de transmissão, 815.914 insetos foram coletados e liberados nas gaiolas. Foram realizadas liberações monoespecíficas com insetos mais relacionados com a palma de óleo, tais como *Contigucephalus sp.*, *Patara sp.*, *Omolicna sp.* e *Myndus crudus*, e mistura de espécies com as principais famílias catalogadas, entre as quais *Aethaelinidae*, *Cercopidae*, *Fulgeridae*, *Dephacidae*, *Dictyopharidae*, *Nogodinidae*, *Issidae*, *Ricanidae*, *Derbidae*, *Cixiidae*, *Cicadellidae*, *Flatidae* e *Membracidae*.

Após seis anos de pesquisa, não se obteve resultados positivos em relação à transmissão do AF com insetos. Assim, os autores concluíram que se deve descartar a hipótese de um homóptero transmissor que tenha estreita relação com a palma de óleo (CELESTINO FILHO et al., 1993).

Fitoplasmas

Por meio de teste molecular PCR, Brioso et al. (2003, 2006) relataram a associação do fitoplasma do grupo 16S rRNA I em amostras de plantas de palma de óleo com AF provenientes do Pará. Os mesmos

autores avaliaram, por meio de PCR, mais de 100 amostras de palmares com sintomas de AF e 100 sem AF, e verificaram a presença de fitoplasma em apenas quatro delas, número considerado pequeno por vários pesquisadores, já que se trata de um teste altamente sensível.

Por vários anos, amostras de tecido de plantas com AF foram examinadas para detecção de fitoplasmas. Contudo, nem o IRHO (*Institut de Recherche pour les Huiles et Oléagineux*) nem o Dr. E. W. Kitajima, da Universidade de Brasília, detectaram esses microorganismos por microscopia eletrônica de transmissão.

Não se obteve sucesso com o uso dos antibióticos oxitetraciclina e estreptomina para controle de fitoplasmas, tanto na prevenção de palmares aparentemente sadios quanto na terapia da doença, indicando que a causa do AF não é fitoplasma e nem são bactérias. Fez-se também a absorção radicular de monocrotopós bimensal em 80 ha, na tentativa de reduzir o número de insetos sugadores e, assim, diminuir a disseminação, mas não se obteve resultado.

M. Schuiling executou o teste histológico DAP nas amostras de palmares

doentes e sadios. No entanto, nas mais de 1.000 observações, todos os resultados foram negativos, indicando que o AF não era causado pelos fitoplasmas (VAN SLOBBE, 1991).

Fungos e bactérias

Considerando a possibilidade de que fungos e/ou bactérias sejam causadores dessa doença, Silva (1989) coletou amostras de plantas doentes e, a partir delas, foram realizados isolamentos de organismos associados aos tecidos dos pecíolos, ráquis, folíolos, flechas e raízes. Os fungos e bactérias foram inoculados em plantas jovens e adultas na tentativa de reproduzir os sintomas da doença (Postulado de Koch).

Segundo Silva (1989), 21 isolados de fungos e 6 de bactérias (Tabela 1) foram obtidos, tendo-se realizado inoculações em plantas sadias com 9 fungos e 1 bactéria.

Entretanto, os trabalhos de isolamentos mensais e inoculações quinzenais foram realizados durante um ano, sem lograr resultados satisfatórios.

Van Slobbe (1988) realizou experimentos visando ao controle de um possível fungo causador do AF utilizando a

Tabela 1 – Relação de fungos e bactérias isolados de palmares com amarelecimento fatal

Fonte: Silva, 1989

Fungos		
Lasioidiplodia theobromae	Pythium sp.	Chaetomium sp.
Microsphaera olivacea	Fusarium solani	Rhizoctonia sp.
Curvularia pallescens	Fusarium oxysporum	Graphium sp.
Dacrylaria sp.	Fusarium sp.	Mucor racemosus
Mycelia sterilia	Pestalotiopsis sp.	Curvularia hamata
Phytophthora sp.	Thielaviopsis sp.	Phoma sp.
Colletotrichum sp.	Phomopsis sp.	Gloeosporium sp.
Bactérias		
Aerobater aerogenes	Erwinia herbicola	Pseudomonas aeruginosa
Bacillus polymix	P. putida	P. fluorescens

injeção, por meio de pistola injetora, de três soluções fungicidas: Benomyl, para o controle de *Fusarium* sp.; Metalaxyl + Folpet de *Phytophthora* sp. e Fessetil + Alumínio, para o controle de fungos da família *Pythiaceae*. Entretanto, nenhum desses tratamentos teve sucesso na indicação de um possível patógeno.

Na Colômbia, por meio do Postulado de Koch, provou-se que o PC é causado por um complexo de fungo *Thielaviopsis paradoxa*, *Phytophthora* sp. e *Pythium* sp. (NIETO et al., 1996).

Vírus e viroides

Com os resultados negativos das inoculações de bactérias e fungos em palmares, levantou-se a hipótese de que vírus ou viroides poderiam estar associados ao AF, pois são relatados em coqueiros e também em palmáceas.

Os testes de transmissão foram feitos por meio de ferramentas cortantes introduzidas em plantas com AF e, posteriormente, em plantas sadias. Além disso, foram feitos testes de inoculação: de extratos de folhas com AF para plantas sadias; de folhas com AF para plantas indicadoras de vírus; e de raízes, estipe e ráquis de plantas com AF para plantas indicadoras de vírus. Entretanto, as transmissões mecânicas não tiveram sucesso aparente (TRINDADE et al., 2005).

Kitajima (1991), por meio da microscopia eletrônica, não verificou patógenos em tecidos ultrafinos de raízes, folhas e flechas de plantas sadias e com AF, mas salientou que vírus isométricos pequenos e de baixa concentração são de difícil observação.

Ribeiro (1990), estudando a presença de viroides por meio de eletroforese, após várias repetições com plantas de palma de óleo com e sem sintomas provenientes do Pará, observou dados inconsistentes, pois

verificou de duas a quatro bandas típicas em plantas sadias e não em doentes. Bandas idênticas foram observadas em plantas de palma de óleo do Rio Urubu, local onde o AF não ocorre.

Em novas análises para avaliar a ocorrência de viroides, Beuther et al. (1992) realizaram testes de hibridização molecular utilizando sondas contra *coconut cadang-cadang viroid* (CCCVd), *potato spindle tuber viroid* (PSTVd) e *citrus dwarfing* (CdVd1). Existem relatos de CCCVd infectando palmares. Entretanto, não se obteve sucesso na detecção de viroides em amostras de plantas de palma de óleo com AF. Outros trabalhos visando à detecção de viroides foram realizados, mas sem obter sucesso (RIESNER e BEUTHER, 1989; SINGH et al., 1988).

Nematoides

Segundo Silva (1989), suspeitou-se do envolvimento de fitonematoides com o AF em virtude de uma série de observações, como a ocorrência de AF em áreas onde foram encontradas, inicialmente, plantas com sintomas de anel-vermelho (AV), causado por *Bursaphelenchus cocophilus*, e a ocorrência de nematoides não identificados em tecidos de plantas com a doença junto a áreas necrosadas das ráquis da flecha ou das folhas mais novas, centrais, amarelecidas e/ou com ressecamento progressivo. O autor, ao final das observações, concluiu que não foram encontradas formas efetivamente fitoparasitas de nematoides que pudessem levar diretamente ao AF como causa primária (Tabela 2).

Analisando solos e plantações de palma de óleo, Ferraz (2001) afirma não ter encontrado formas parasitas que pudessem estar causando o mal, não sendo o nematoide a causa primária do AF.

Tabela 2 – Espécies de nematoides identificados em amostras de solo e raízes de palma de óleo com sintomas de AF

Nematoides		
Xiphinema yaporense	Tylenchorhynchus crassicaudatus	Dorylaimellus sp.
Xiphinema brasiliensis	Basirotyleptus sp.	Tylenchus sp.
Aorolaimus sp.	Bursaphelenchus sp.	Criconemella sp.
Hoplolaimus sp.	Meloidogyne spp.	Scutellonema sp.

Identificação realizada pelos pesquisadores Dr. I. L. Renard (IRHO) e L. C. C. B. Ferraz (ESALQ/USP)

Observações de sintoma e histologia

Segundo Kastelein et al. (1990), plantas com AF não têm radículas como as aparentemente saudáveis. Tecidos de folhas, região apical de meristemas e radículas de plantas saudáveis e com AF foram examinados pelo microscópio de luz. Fungos e bactérias foram frequentemente, mas nem sempre, observados em lesões necróticas nas folhas. Entretanto, não foram constatados fora das lesões ou em tecidos vasculares das plantas com AF ou em tecidos de plantas aparentemente saudáveis. Com frequência, foram verificadas tiloses obstruindo vasos do xilema das folhas afetadas. Na região apical do meristema de raízes das plantas doentes, foram detectadas poucas células meristemáticas, e nenhum sinal de necrose ou apodrecimento pôde ser observado.

Epidemiologia

Em virtude da complexidade da doença, Bergamin Filho et al. (1998) e Laranjeira et al. (1998) realizaram testes epidemiológicos.

A partir de dados fornecidos pela Denpasa (Dendê do Pará S.A.), os pesquisadores concluíram que o AF é de natureza abiótica, pois verificaram que não houve um padrão definido, tanto para o aparecimento quanto para o crescimento de focos. Além disso, não perceberam uma direção preferencial de disseminação, e o

progresso mensal do AF foi linear entre os anos de 1985 e 1992, como acontece com problemas abióticos de outras plantas perenes. Foram constatadas curvas anuais com taxa mais que exponencial entre os anos de 1992 a 1997, o que não ocorre com nenhuma doença biótica.

Entretanto, Van de Lande e Zadocks (1999), após avaliação epidemiológica espacial de palmares com sintomas semelhantes ao do AF no Suriname, concluíram que a doença era causada por um fitopatógeno e disseminada pelo vento.

Replântio

Segundo Van Slobbe (1988), plantas de palma de óleo com AF foram eliminadas e mudas saudáveis foram replantadas no mesmo local. Após cerca de oito meses, as novas plantas manifestaram os sintomas de AF, mostrando a inviabilidade do replântio na área onde foi detectada a doença.

Rouging

Segundo Van Slobbe (1991), com o objetivo de diminuir ou acabar com a disseminação da doença no plantio, plantas com AF foram eliminadas em V a partir da planta com AF ao longo do vento na tentativa de conter a doença, já que o autor observou que o AF se disseminava a partir do foco sob influência do vento. Também não foi observado resultado efetivo da medida.

Transmissibilidade pela semente

Van Slobbe (1991) levantou a hipótese de um possível agente patogênico causador do AF ser transmitido pela semente proveniente de planta doente, pois observou que muitas plantas de mais de um metro de altura, que germinaram espontaneamente, apresentaram sintomas da doença. Visando estudar essa transmissão, foram coletadas milhares de sementes de 32 plantas de palma de óleo portadoras de AF com 6 e 20 anos de idade. Entretanto, 19 meses após a germinação, não foram observados sintomas de AF que evidenciassem a transmissão.

3.2. Estudos visando a uma possível causa abiótica

Solo e nutrição

Van Slobbe (1988) relata que o PC e/ou AF ocorre em diferentes tipos de solo nos vários locais onde o problema existe: na área de Santo Domingo, no Equador, os solos são vulcânicos jovens; em Bajo Calima e La Arenosa, na Colômbia, são aluviais e pesados; no Suriname e no Brasil, são lateríticos e arenosos. O pH desses solos varia de 4 a 7, enquanto a pluviosidade anual é de cerca de 1.600 mm na Codepa (Amapá, Brasil) e cerca de 6.000 mm em Bajo Calima (Colômbia). Em algumas localidades onde ocorre o AF, a palma de óleo é a primeira cultura após a derrubada da floresta. Entre elas, estão a Denpasa e o projeto piloto Socfinco, no Amazonas, Brasil; o Shushufindi e o Palmoriente, no Equador; Victória, Phedra e Patamaca, no

Suriname; e El Castillo, na Nicarágua. Em outros locais, a primeira cultura foi a da banana, como é o caso das plantações em Santo Domingo, no Equador, em Sixaola, na Costa Rica e em Cukra Hill, na Colômbia.

O AF foi relatado em áreas cujos solos eram constituídos de manchas de areia quartzosa intercaladas com manchas de concreções lateríticas no Pará; na Denpasa, onde também ocorreu o AF, a área era de várzea alta, sujeita a inundação por períodos prolongados de 5 a 6 meses por ano (VAN SLOBBE, 1991).

Avaliação foliar

Viégas et al. (2000) realizaram um estudo sobre a concentração dos nutrientes Cu, Fe, Mn e Zn nas folhas 1 (F1), 9 (F9) e 17 (F17) em palmares Tenera sadios e com AF e no híbrido resistente (*Elaeis oleifera* x *E. guineensis*) na área da Denpasa, onde foram selecionadas quatro plantas por tratamento. Com base nos dados do ensaio, os autores sugeriram que os micronutrientes Cu, Zn, Mn, e Fe sejam os responsáveis pelo aparecimento do amarelecimento fatal na palma de óleo e relataram a necessidade de aprofundar a pesquisa sobre a interação entre os nutrientes e o amarelecimento fatal (Tabela 3).

Evolução de sintomas do AF em adubações com omissão de macro e micronutrientes

Silveira et al. (2000) compararam os efeitos da adubação com e sem omissão de nutrientes sobre a evolução dos sinto-

Tabela 3 – Concentração de nutrientes em diferentes folhas de plantas de palma de óleo dos tipos Híbrido e Tenera (g kg⁻¹) Fonte: VIÉGAS et al. (2000)

Tipos	Folha 1				Folha 9				Folha 17			
	Cu	Fe	Mn	Zn	Cu	Fe	Mn	Zn	Cu	Fe	Mn	Zn
Híbrido	9	46,6	59,6	18,6	5,7	65,3	90,3	14,0	5,2	70,0	152,3	11,0
Tenera	4,6	37,3	46,3	16,3	4,1	64,6	135,5	15,3	4,1	61,0	177,5	13,6

mas do AF na palma de óleo Tenera (IRHO) de 4 anos de idade, em solo caracterizado como latossolo amarelo de textura média e em clima do tipo Af.

Os autores observaram uma tendência de recuperação das plantas nos tratamentos com omissão de macronutrientes semelhante ao tratamento de adubação completa, com exceção de Ca e S, em que houve uma certa estabilidade dos sintomas. A omissão de micronutrientes evoluiu para um aumento quase generalizado dos sintomas do AF, exceto para zinco. Houve uma evolução pronunciada na omissão de B e Cu, sendo que a de Cu se destacou mais. No tratamento com formulação completa, observou-se uma tendência de recuperação das plantas com AF. Foi sugerida a adubação foliar das plantas com formulação completa, com exceção de N e P, para a área estudada.

Influência do micronutriente ferro

Viégas et al. (2000) cogitaram a possibilidade de o AF ser causado pelo desequilíbrio fisiológico provocado pela falta ou excesso de nutrientes ou pela interação negativa entre os mesmos, podendo ser ocasionado pela falta de oxigênio no solo. O encharcamento temporário, decorrente da presença de uma camada compactada que ocorre entre 20 cm e 50 cm, pode provocar a anoxia em períodos determinados, o que, provavelmente, ou transforma o Fe por oxidação, ou o elemento é fortemente adsorvido, tornando-se indisponível para as plantas.

Assim, com base nos resultados obtidos, foram observados teores de Fe mais elevados nas folhas 1, 9 e 17 quando comparados com os teores da Tenera com ou sem AF. Os autores realizaram ensaio em um plantio de palma de óleo Tenera de 4 anos, no qual o solo era um latossolo amarelo de textura média, com características ácidas, pobre de bases trocáveis e com baixo teor de fósforo assimilável. Segundo

os autores, a deficiência de Fe pode ocorrer em solos nas seguintes condições:

- baixo teor de Fe total;
- altas concentrações de P, Ca, Mg, Cu, Mn e Zn;
- pH elevado;
- pH baixo – acúmulo de Mn^{+2} no solo inibe a absorção de Fe-;
- deficiência de K;
- variação genética.

Altos níveis de P no substrato podem insolubilizar o Fe no solo e precipitá-lo na superfície das raízes, nos espaços intercelulares e no xilema, causando o aparecimento de sintomas de deficiência de ferro. Diante disso, os autores aplicaram solução de sulfato ferroso na dosagem de 50 ml por palmeira via absorção pela raiz primária, com base na metodologia de Mariau e Genty (1992). A raiz foi cortada perpendicularmente e imersa no saco plástico com a solução, com diferentes. Após 120 dias, observou-se que não houve nenhuma redução de sintomas nas plantas tratadas com sulfato ferroso.

Influência das propriedades físicas do solo

Silveira et al. (2000), estudando as propriedades físicas e químicas do solo com relação à ocorrência do AF, verificaram a presença de um adensamento ou compactação entre as profundidades de 30 e 60 cm, assim como a ocorrência de mosqueados na transição do horizonte A para o horizonte B (30 a 60 cm de profundidade) nas parcelas B2A, B3B, 64C, 97B, mostrando a saturação do solo na camada superficial no período de maior precipitação pluviométrica do ano.

A saturação do solo com água, nesse período, acarreta a deficiência de oxigênio na camada superficial do solo, sendo prejudicial à palma de óleo por ser planta com dominância do sistema radicular

distribuído horizontalmente, próximo à superfície do solo.

A análise e a interpretação dos resultados obtidos referentes às propriedades físicas de solos cultivados com palma de óleo nas áreas de surgimento do AF revelaram a ocorrência de uma camada mais adensada (compactada), principalmente nos horizontes AB e BA, evidenciada pelos valores mais altos de densidade aparente. Isso leva a uma diminuição da macroporosidade, provocando a saturação das camadas superficiais do solo no período de maior precipitação pluviométrica. A saturação do solo com água durante esse período pode acarretar uma deficiência de oxigênio ao sistema radicular das plantas, ocasionando, como consequência, o apodrecimento de raízes. Esse fato pode induzir o aparecimento de algum tipo de sintoma aéreo, na forma de amarelecimento.

Os resultados obtidos nesse estudo, segundo o autor, não permitiram estabelecer uma relação com o AF, embora teoricamente existam probabilidades de que essa hipótese seja aceita. O autor sugere a continuidade dos estudos referentes aos efeitos das propriedades físicas do solo.

Bernardes (2001) analisou áreas de plantio da Denpasa quanto a fertilidade, nutrição foliar e compactação do solo. Na parcela 76d, com alta incidência de AF, foram constatados altos teores de nutrientes na folha, principalmente fósforo, potássio, enxofre, cálcio e magnésio, apontando como indicador a improbabilidade da causa do AF ter origem na deficiência ou desequilíbrio nutricional, embora as demais parcelas vizinhas tenham tido os mesmos tratos culturais. Observou-se a inexistência de gradiente claro dos sintomas, na planta ou no terreno, gradiente este típico de deficiências nutricionais ou de toxicidade. Quanto ao solo, foram percebidos indícios de que o pH decresce e os teores relativos de alumínio (m%) aumentam com o tem-

po. Ressaltou-se a baixíssima saturação de bases (V%) e o baixo teor de Mg em todas as amostras. A proporção entre Ca e Mg, com valores desejáveis na faixa de 2,8 a 33, também foi bastante desequilibrada, apresentando-se entre 3 e 12. Além disso, Bernardes (2001) também constatou uma tendência de as plantas mais doentes estarem localizadas em solos com maior saturação de alumínio, menor saturação de bases e maior teor de manganês. O autor ressaltou que é pouco provável que os altos teores de alumínio e ferro, encontrados nas raízes e radículas dos palmares da Denpasa, sejam os causadores do mal, pois raízes de palmares plantados na Esalq em terra roxa também possuem condições semelhantes.

Com relação a água no solo e drenagem, o potencial de água no solo (força com que a água é retida no solo), medido por tensiômetro no mês de março de 1999, foram constatados valores de baixa aeração, sendo os valores entre 0 e 0,075 bar indicadores de baixa aeração para a planta, e entre 0,075 e 0,30 bar valores mais adequados. Bernardes (2001) ressaltou que plantas mantidas em baixa aeração podem favorecer a incidência de moléstias de raiz e, além disso, essa é uma situação que desfavorece o efeito corretivo de aplicações no solo com calcário e gesso.

Quanto ao peso seco das raízes, obtido de bloco de solo de 40 cm x 20 cm x 20 cm = 16 dm³, verificou-se uma quantidade inferior (8,1g) àquela esperada pela dimensão da parte aérea, comparando-se com as plantas sem AF (16g).

Diante do quadro avaliado, Bernardes (2001) não chegou a nenhuma conclusão, mas levantou algumas hipóteses e postulou que a causa primária do AF está na danificação do sistema radicular das plantas e que os danos podem ser de origem química, física, biológica ou da combinação dessas, sendo todas predisponentes ao

aparecimento do AF. No caso de origem química, foi levantada a hipótese de deficiência de algum elemento favorecido pela anaerobiose do solo, como o nitrito. A drenagem deficiente também poderia reduzir a nitrificação do nitrogênio orgânico do solo, causando deficiência de nitrogênio, cujo sintoma mais comum é o amarelecimento das folhas.

Em suas análises realizadas a partir de tecidos das plantas (raízes e folhas), Bernardes (2001) não conseguiu demonstrar associação evidente entre alguma desordem nutricional e o AF. Além disso, o pesquisador afirmou que há indícios de que o AF aparece mais intensamente no final do período chuvoso. No momento em que os sintomas aparecem pelo amarelecimento da folha flecha, o sistema radicular já está bastante prejudicado, o que inviabiliza qualquer tentativa de controle via adubação do solo. O autor ressaltou que a compactação da camada superficial dos solos da empresa Palmas aparentemente é maior que os da Denpasa, pelo menos nas entrelinhas em que ocorre o trânsito de máquinas, e não ocorre AF naquela área. Assim, a compactação do solo, isoladamente, não poderia ser associada ao AF.

Bernardes (2001), então, sugeriu que a falta de resposta das plantas às aplicações de nutrientes via solo se deve ao fato de o sistema radicular já estar bastante danificado no início do aparecimento do AF.

Rodrigues et al. (1999, 2000) também relataram que camadas compactadas podem ter levado ao esgotamento temporário de oxigênio durante o período de maior precipitação pluviométrica e sugeriram o uso de subsolagem profunda, a eliminação de plantas como a puerária, para permitir a evapotranspiração, e a realização de uma rede de drenagem para remover o excesso de água.

4. Resistência

Híbrido Interespecífico

No gênero *Elaeis*, existem duas espécies com interesse agrônomico: *E. guineensis*, ou palma de óleo africana, e *E. oleifera*, ou caiaué (ou, ainda, palma de óleo americana). Segundo Barcelos et al. (1987), a espécie africana é a oleaginosa de maior produtividade, alcançando até 7 toneladas de óleo por hectare, enquanto, de acordo com OOI et al. (1981), a segunda espécie alcança somente 25 % desse valor.

Hartley (1988) salientou a importância da *E. oleifera*, conhecida pelo nome comum de caiaué, que apresenta resistência em áreas com AF, para o programa de melhoramento genético quando cruzada com *E. guineensis*, originando um híbrido interespecífico. Então, foram iniciados os procedimentos com o programa de melhoramento e, recentemente, obteve-se um híbrido com resistência ao AF. Estudos realizados por Durand-Gasselin et al. (2005) também indicaram que a *E. oleifera* tem fonte de resistência ao fungo *Ganoderma* sp e à fusariose.

Entre os maiores problemas do híbrido interespecífico estão a baixa fertilidade do pólen, que pode ser parcialmente resolvida pela polinização assistida, e a alta variabilidade da fertilidade feminina, grandemente responsável pela baixa taxa de extração de óleo de híbridos.

5. Fatos conhecidos a respeito do AF relacionados por diferentes pesquisadores

Diante os vários estudos realizados desde o aparecimento do AF, os pesquisadores levantaram fatos importantes sobre essa doença. São eles:

1. A princípio, os casos de AF ocorreram ao acaso e, durante vários anos, verificou-se um crescimento linear no número de casos de AF até atingir 2 a 3% de plantas. A partir daí, o crescimento de casos foi exponencial.
2. A agregação de plantas com AF ocorreu com o número de casos superior a 3%. Crescimento mais que exponencial ocorreu após 15 anos.
3. Não há correlação com o tipo de solo.
4. Não há uma correlação com o excesso de água no solo.
5. Recuperação natural ou remissão dos sintomas é possível, mas o restabelecimento é raro.
6. Aparentemente, há uma correlação positiva com a chuva, mas não foram verificadas ocorrências de AF em regiões de déficit hídrico, no caso brasileiro.
7. O crescimento do problema não é direcional, não havendo correlação com o vento. Esse aspecto merece mais considerações.
8. Curvas temporais e espaciais não são típicas de causas bióticas.
9. Não há gradiente claro dos sintomas, o que seria típico de deficiências nutricionais ou de toxidade. Há casos de plantas totalmente sadias ao lado de plantas doentes.
10. Palmeiras de todas as idades são suscetíveis ao AF.
11. A incidência de AF é mais acelerada em áreas de replantios.
12. Palmas afetadas continuam a frutificar, mas em escala mais reduzida.

13. Há evidências de que a matéria orgânica exerce um efeito positivo na recuperação das plantas afetadas, dependendo do cruzamento.

14. Há resistência genética ao AF da *E. oleifera* e seus híbridos > IRHO > PNG.

15. Não foi possível completar o postulado de Koch para o AF.

16. Há evidências claras de que o AF seja fatal. As cultivares HBN e MSR são mais suscetíveis ao AF e sucumbem com maior facilidade.

17. Há correlação entre um menor desenvolvimento radicular e a incidência de AF. Aparentemente, o problema radicular ocorre antes da manifestação dos sintomas de AF na parte aérea.

6. Considerações finais

O AF continua sem causa esclarecida, e existe a necessidade de continuação da investigação. Diante dessa revisão de artigos científicos e, principalmente, de relatórios elaborados pelos pesquisadores que investigaram o AF, foi possível elaborar novas hipóteses, que estão sendo investigadas pela equipe de pesquisadores da Embrapa e de outras instituições.

Esse novo projeto de pesquisa “Estudo do Amarelecimento Fatal do dendzeiro (*Elaeis guineensis* Jacq.) e estratégia de manejo” é de caráter multidisciplinar e conta com pesquisadores das áreas de fitopatologia, entomologia, fisiologia vegetal, genômica, biotecnologia, sensoriamento remoto, solos, botânica e química.

Segundo estudos prévios da Embrapa Amazônia Oriental, a doença AF pode estar associada às condições edafoclimáticas (VENTURIERI, et al. 2009).

7. Referências bibliográficas

- ALBERTAZZI, H.; BULGARELLI, J.; CHINCHILLA, C. Onset of spear rot symptoms in oil palm and prior (and contemporary) events. **ASD Oil Palm Papers**, n. 28, p. 21-41. 2005.
- AYALA, L. S. Relatório de visita à Denpasa. In: DENPASA. **Pesquisa sobre amarelecimento fatal do dendezeiro**. Santa Barbara, PA: DENPASA, 2001. 319 p.
- BERGAMIN FILHO, A.; AMORIM, L.; LARANJEIRA, F. F.; BERGER, R. D.; HAU, B. Análise temporal do amarelecimento fatal do dendezeiro como ferramenta para elucidar sua etiologia. **Fitopatologia Brasileira**, v. 23, n. 3, p. 391-396. 1998.
- BERNARDES, M. S. R. Relatório de visitas à plantação de Paricatuba, na Denpasa, visando à identificação das causas do AF (1999). In: DENPASA. **Pesquisa sobre amarelecimento fatal**. Belém, PA: DENPASA, 2001.
- BEUTHER, E.; WIESE, U.; LUKAS, N.; VAN SLOBBE, W. G.; RIESNER, D. Fatal yellowing of oil palms: search for viroids and doubled-stranded RNA. **Journal of Phytopathology**, v. 136, n. 4, p. 296-311. 1992.
- BRIOSO, P. S. T.; MONTANO, H. G.; FIGUEIREDO, D. V.; POLTRONIERI, L. S.; FURLAN JUNIOR, J. Amarelecimento fatal do dendezeiro: sequenciamento parcial do fitoplasma associado. In: CONGRESSO PAULISTA DE FITOPATOLOGIA, 24., 2006, Botucatu, SP. **Anais...** Botucatu, SP: [s.n., 2006]. p. S50. v. 32
- BRIOSO, P. S. T.; MONTANO, H. G. Fitoplasma do grupo 16S rRNA I associado ao amarelecimento fatal de *Elaeis guineensis*. In: CONGRESSO PAULISTA DE FITOPATOLOGIA, 26., 2003, Araras, SP. **Anais...** Araras, SP: [s.n., 2003].
- CELESTINO FILHO, P.; LOUISE, C.; LUCCHINI, F. Estudos de transmissão do amarelecimento fatal do dendezeiro (*Elaeis guineensis*, Jacq) com insetos suspeitos. In: CONGRESSO BRASILEIRO FATAL DO DENDEZEIRO, 14., 1993, Piracicaba, SP. **Anais...** Piracicaba, SP: [s.n.], 1993. p. 194.
- CHINCHILLA C.; DURÁN N. Nature and management of spear rot-like problems in oil palm: a case study in Costa Rica. In: PORIM INTERNATIONAL PALM OIL CONGRESS, 1999, [Kuala Lumpur]. **Proceedings**. Selangor: PORIM, 1999. p. 97-126.
- DURAND-GASSELIN T.; ASMADY H.; FLORI A.; JACQUEMARD J. C.; HAYUN Z.; BRETON F.; DE FRANQUEVILLE, H. Possible sources of genetic resistance in oil palm (*Elaeis guineensis* Jacq.) to basal stem rot caused by *Ganoderma boninense* – prospects for future breeding. **Mycopathologia**, v. 159, n. 1, p. 93-100, 2005.
- FERRAZ, L. C. C. B. Relatório final: apoio técnico na especialidade de nematologia de plantas. In: DENPASA. **Pesquisa sobre amarelecimento fatal**. Belém, PA: DENPASA, 2001.
- FRANQUEVILLE, H. **La pudrición del cogollo de la palma aceitera em America Latina**: revisión preliminar de hechos y logros alcanzados. [S.l.]: CIRAD. Departamento de Cultivos Perennes, 2001. 41 p.
- HARTLEY, C. W. S. **The oil palm**. Essex: Longman, 1988. 761 p.
- KASTELEIN, P.; VAN SLOBBE, W. G.; LEEUW, G. T. N. Symptomatology and histopathological observations on oil palms from Brazil and Ecuador affected by fatal yellowing. **Netherlands Journal of Plant Pathology**, v. 96, n. 2, p. 113-117, 1990.
- KITAJIMA, E. W. **Report to UEPAE de Belém about E. M. observations on tissues of healthy and by AF affected palms from Denpasa**. Brasília, DF: UNB, 1991. 2 p. Não publicado.
- LARANJEIRA, F. F.; BERGAMIN FILHO, A.; AMORIM L.; BERGER, R. D.; HAU, B. Análise espacial do amarelecimento fatal do dendezeiro como ferramenta para elucidar sua etiologia. **Fitopatologia Brasileira**, v. 23, n. 3, p. 397- 403, 1998.
- MARIAU, D.; GENTY, P. Méthode de lutte contre les ravageurs du palmier à huile et du cocotier par absorption radicaire. **Oléagineux**, v. 47, n. 4, p. 191-193, 1992.
- NIETO, L. E.; GOMEZ, P. L.; LOZANO, C. Identificación y reproducción del complejo Pudrición de Cogollo de la palma de aceite (*Elaeis guineensis* Jacq.). **Revista Palmas**, Santafé de Bogotá, Colombia, v. 17, n. 1, p. 63-68, 1996.
- RIBEIRO, S. G. **Relatório das análises de eletroforese em gel, realizados no Cenargen**. Brasília, DF: [s.n.], 17 p., 1990. Digitado.
- RIESNER, D.; BEUTHER, E. **Investigations of diseased and symptomless oil palms from Denpasa oil palm estate**: search for viroids and for double-stranded RNA. Report to Denpasa. Dusseldorf, Germany: Herinrch Heine Universität Dusseldorf, 1989. 22 p. Não publicado.

- RODRIGUES, T. E.; VIÉGAS, I. de J. M.; TRINDADE D. R.; SILVA, H. M.; FRAZÃO, D. A. C.; CORDEIRO, R. A. M. Influência das propriedades físicas do solo na ocorrência do amarelecimento fatal do dendezeiro. In: SEMINÁRIO INTERNACIONAL AGRONEGÓCIO DO DENDÊ: UMA ALTERNATIVA SOCIAL, ECONÔMICA E AMBIENTAL PARA O DESENVOLVIMENTO SUSTENTÁVEL DA AMAZÔNIA, 2000, Belém, PA. **Resumos...** Belém, PA: 2000.
- RODRIGUES, T. E.; VIÉGAS, I. de J. M.; TRINDADE, D. R.; SILVA, H. M.; FRAZÃO, I. A. **Influência das propriedades físicas do solo na ocorrência do Amarelecimento fatal do dendezeiro (relatório parcial)**. Belém, PA: Embrapa Amazônia Oriental, 1999. 8 p.
- RUINARD J.; NANDEM T.; TJON A. J. (Ed.). **Spear rot of oil palm in tropical America**. Paramaribo: Grafische Industrie, 1990.
- SILVA, H. M. **Relatório de avaliação dos trabalhos com amarelecimento fatal**. Belém, PA: [s. n.], 1989. 5 p.
- SILVEIRA, R. I.; VEIGA, A. S.; RAMOS, E. J. A.; PARENTE, J. R. **Evolução da sintomatologia do amarelecimento fatal a adubações com omissão de macro e micronutrientes**. Belém, PA: Denpasa, 2000. 35 p.
- SINGH, R. P.; AVILA, A. C.; DUSI, A. N.; BOUCHER, A.; TRINDADE, D. R.; VAN SLOBBE, W. G.; RIBEIRO, S. G.; FONSECA, M. E. R. Association of viroid like nucleic acids with the fatal yellowing disease of oil palm. **Fitopatologia Brasileira**, v. 13, n. 4, p. 392-394, 1988.
- SWINBURNE, T. R. Fatal yellows bud rot and spear rot of African oil palm: a comparison of the symptoms of these diseases in Brazil, Ecuador and Columbia. **Planter**, v. 69, n. 63, p.15-23. 1993.
- TRINDADE, D. R.; POLTRONIERI, L. S.; FURLAN JÚNIOR, J. Abordagem sobre o estado atual das pesquisas para a identificação do agente causal do amarelecimento fatal do dendezeiro. In: POLTRONIERI, L. S.; TRINDADE, D. R.; SANTOS, I. P. (ed.). **Pragas e doenças de cultivos amazônicos**. Belém, PA: Embrapa Amazônia Oriental, 2005. p. 439-450.
- TURNER, P. D.; LUMPUR, K. **Oil palm diseases and disorders**. Kuala Lumpur, Malaysia: The Incorporated Society of Planters, 1981. 280 p.
- VAN DE LANDE, H. L.; ZADOCKS J. C. Spatial patterns of spear rot in oil palm plantations in Suriname. **Plant Pathology**, v. 48, n. 2, p. 189-201, 1999.
- VAN SLOBBE, W. G. Amarelecimento fatal na plantação de dendê na DENPASA - Brasil. In: SEMINÁRIO INTERNACIONAL SOBRE A SÍNDROME DA GUIA PODRE NO DENDEZEIRO, 1988, Paramaribo. **Anais...** Paramaribo, [s. n., 1988].
- VAN SLOBBE, W. G. **Amarelecimento fatal**: final report. Belém, PA: Denpasa, 1991. 100 p.
- VIÉGAS, I. de J. M.; FURLAN JÚNIOR, J.; FRAZÃO, D. A. C.; BATISTA, M. M. F. **Influência do micronutriente ferro na ocorrência do amarelecimento fatal do dendezeiro**. Belém, PA: Embrapa Amazônia Oriental, 2000. 5 p. (Embrapa Amazônia Oriental. Comunicado técnico, 32).
- VENTURIERI, A.; FERNADES, W.R.; BOARI, A. J.; VASCONCELOS, M.A. Dendezeiro (*Elaeis guineensis* Jacq) e variáveis ambientais no estado do Pará. In: XIV SIMPÓSIO BRASILEIRO DE SENSORIAMENTO REMOTO, 2009, Natal, RN, **Anais ...** Natal, RN: p. 523-530, 2009.

A cultura da palma de óleo como âncora do desenvolvimento da agricultura familiar na Amazônia Ocidental¹

Edson Barcelos e Mauricio Veloso Soares

1. Antecedentes

A atividade produtiva na Amazônia tem tradicionalmente se caracterizado pelo extrativismo e pela agricultura itinerante. O extrativismo, dada a maior pressão sobre os recursos naturais advinda do aumento da população, da falta de consciência ecológica e da ausência de compromisso com as gerações futuras, tem deixado marcas profundas, características do extrativismo madeireiro predatório e da pesca e caça sem qualquer controle. A agricultura itinerante, praticada por mais de 700 mil famílias de pequenos agricultores, constitui o mecanismo silencioso dos pequenos desmatamentos, invisíveis aos instrumentos de controle, porém capazes de causar grandes prejuízos à floresta e nenhuma riqueza e promoção social à sociedade amazônica.

Assim, o desenvolvimento de atividades produtivas, econômica, social e ecológicamente viáveis na região de fronteiras da Amazônia é hoje uma real necessidade e um grande desafio para a sociedade, para as instituições de desenvolvimento regional, para as instituições de pesquisa e, portanto, para o Governo Brasileiro, pois

é uma forma de combater as atividades ilícitas e assegurar a presença nacional nos mais de 10 mil km de faixa de fronteiras, de baixa presença brasileira e de raríssimas atividades econômicas.

A cultura da palma de óleo é uma das mais importantes atividades agroindustriais das regiões tropicais úmidas (Malásia, Indonésia, Colômbia, etc.), podendo desempenhar papel ainda mais significativo como fonte de insumo energético (óleo vegetal/biodiesel). Constitui excelente atividade geradora de ocupação e renda no meio rural para o caso da Amazônia, substituindo, assim, as atividades tradicionais, comprovadamente pouco rentáveis, mal implementadas e ambientalmente insustentáveis. O cultivo da palma de óleo é capaz de absorver e neutralizar a mão de obra hoje envolvida em tais atividades.

Por suas características de cultivo perene, é uma cultura com forte apelo ecológico que apresenta baixos níveis de agressão ambiental, se adapta a solos pobres, protegendo-os contra a lixiviação e erosão, e imita a floresta tropical, sendo perfeitamente adequada ao aproveitamento de

¹ Projeto apoiado com recursos financeiros do MCT/FINEP/CT-Amazônia.

áreas já alteradas da Floresta Amazônica, pois tem capacidade de contribuir para a restauração do balanço hídrico e climatológico, atuando significativamente na reciclagem e sequestro de carbono e na liberação de oxigênio.

Adicionalmente, a palma de óleo é tida como uma das poucas opções agrícolas para a Amazônia, pois conta com tecnologia disponível e comprovada viabilidade técnica, econômica, social e ecológica, além de mercado em larga escala, o que pode tornar realidade o desenvolvimento sustentável com ganhos ambientais indiretos, econômico e expressivo progresso social.

Entretanto, torna-se imprescindível a implantação de programas capazes de evidenciar tais características, pois se resente da falta de bons projetos, principalmente aqueles em pequena escala, com real capacidade de geração de ocupação e renda, produção de insumo energético para uso local pelas comunidades, com garantia de sustentabilidade e, sobretudo, de elevada rentabilidade, imprescindível para assegurar a promoção social das famílias participantes do processo.

Hoje, em face da previsão de elevação dos preços do petróleo e da crescente pressão da opinião pública contra as emissões de gases do efeito estufa (CO₂), são indiscutíveis a necessidade e as possibilidades de utilização em larga escala de fontes alternativas renováveis de energia, menos poluentes e prejudiciais ao meio ambiente, como a energia proveniente da biomassa.

A real possibilidade técnica e econômica de uso dos óleos vegetais como insumo energético para substituição do diesel representa para o Brasil, além da perspectiva de melhorar sua matriz energética, uma necessária e concreta oportunidade de geração de ocupação e renda na zona

rural, notadamente na Amazônia Ocidental, reduzindo os problemas de desigualdades regionais, pobreza e êxodo rural.

Nesse contexto, o Programa Brasileiro de Biodiesel, que visa à produção descentralizada e à incorporação desse combustível à matriz energética brasileira, representa não só uma opção político-estratégica face à crescente instabilidade das economias do petróleo, mas também, além de ser uma opção renovável e sustentável, oferece a real e grande possibilidade de geração de postos de trabalho com remuneração decente, tão reclamados pela sociedade e, em especial, pela população rural brasileira. Essa iniciativa complementa diversos outros estudos em execução, mais tecnológicos do ponto de vista de obtenção do biodiesel, ou de outras formas de uso energético dos óleos vegetais, dos quais muito se beneficiará.

2. A experiência do Alto Solimões: o plantio de palma de óleo por agricultores familiares de Benjamin Constant – Atalaia do Norte / Amazonas

2.1. Objetivo

O Projeto, de caráter de validação de tecnologias da EMBRAPA, tem como finalidade principal avaliar e demonstrar, em escala comercial, a viabilidade e a sustentabilidade da cultura da palma de óleo como atividade de geração de renda para a agricultura familiar voltada para a produção de óleo vegetal como insumo energético/biodiesel a ser utilizado em comunidades isoladas da Amazônia.

Assim, os esforços têm por objetivo implantar um Projeto Demonstrativo com a cultura da palma de óleo como atividade âncora para a viabilização da pequena propriedade agrícola, com a efetiva participação de agricultores familiares. A área do projeto está situada na região da tríplice fronteira entre Brasil/Peru/Colômbia, com a participação de agricultores familiares utilizando áreas alteradas ou de agricultura itinerante localizadas nos municípios de Benjamin Constant/AM e Atalaia do Norte/AM.

2.2. Configuração do projeto

O projeto é uma iniciativa da Embrapa Amazônia Ocidental e da Diocese do Alto Solimões/AGROSOL, apoiados pelo Governo do Estado do Amazonas/IDAM e pelas Prefeituras Municipais de Benjamin Constant e de Atalaia do Norte/AM. O projeto encontra-se em implantação, estando a 1ª e a 2ª etapas em execução, com recursos assegurados pelo MCT/FINEP/CT-Amazônia.

O projeto está dividido em quatro etapas:

- 1) implantação da cultura;
- 2) manutenção do plantio e acompanhamento;
- 3) elaboração dos projetos técnicos e de engenharia da usina de extração de óleo e de licenciamento ambiental (unidade de extração de óleo e geração de energia, licenciamento ambiental da unidade e licenciamento ambiental das propriedades familiares, aquisição de equipamentos / infraestrutura de apoio ao projeto);
- 4) implantação da unidade industrial: extração de óleo, beneficiamento (biodiesel, craqueamento ou kit multicompostível).

Deu-se início à execução do projeto com a aplicação de um questionário para

levantamento e caracterização do padrão socioeconômico das famílias de agricultores familiares, candidatos a participarem do referido projeto. A proposta será efetuar periodicamente novos levantamentos para avaliar os impactos socioeconômicos ou os benefícios aportados pelo projeto, em especial após seu ponto de maturação econômica, ou seja, após estabilização de sua produção, no sétimo ano depois do plantio da cultura principal – a palma de óleo.

O uso do óleo vegetal a ser produzido para transformação em biodiesel está previsto para consumo na geração local de energia. Não obstante, não descarta outras possibilidades, considerando haver tempo hábil para a tomada de decisão, já que a produção da plantação, em escala, iniciará somente a partir de 2011/2012.

Uma nova proposta está sendo elaborada sob encomenda da FINEP/CT-Amazônia para financiamento da 3ª etapa, assegurando, assim, a continuidade do projeto. Para a execução da 4ª etapa, relativa à indústria de extração e processamento de óleo/biodiesel, certamente a de custo mais elevado, serão buscados recursos no FINEP/MCT/CT-Amazônia; também existe a possibilidade de contar com a complementação de recursos do Governo do Estado do Amazonas, do Ministério da Integração Nacional, do Banco da Amazônia, do Banco do Brasil, da Superintendência da Zona Franca de Manaus (SUFRAMA), da Agência de Fomento do Estado do Amazonas (AFEAM), de agências de desenvolvimento regional, entre outros.

O Instituto Nacional de Colonização e Reforma Agrária (INCRA), o Instituto Terras do Amazonas (ITEAM) e as Prefeituras Municipais deverão atuar na regularização da situação fundiária das áreas beneficiadas e na melhoria da infraestrutura dos Projetos de Assentamentos de Crajari, Umarizal e Boia.

O Governo do Estado do Amazonas e as Prefeituras deverão fornecer e manter a infraestrutura social: estradas, escolas, saúde, eletrificação rural, assistência médica e social. O Instituto de Desenvolvimento Agropecuário do Estado do Amazonas (IDAM) deverá assegurar a assistência técnica, em comum acordo com a Embrapa, para cultivos intercalares e outras atividades complementares. O Banco da Amazônia, o Banco do Brasil e a AFEAM deverão assegurar a alocação de crédito para tais cultivos. A Embrapa é a fornecedora de sementes e de tecnologia agrônômica para a cultura da palma de óleo.

2. 3. Localização geográfica

A área de 500 ha de plantio de dendê está distribuída na base de 5 hectares de plantio por propriedade dos agricultores familiares, localizada ao longo da Rodovia BR 307 (no trecho entre Benjamin Constant e Atalaia do Norte), e nos Projetos de Assentamento do INCRA de Crajari, Umarizal e Boia (Figura 1).

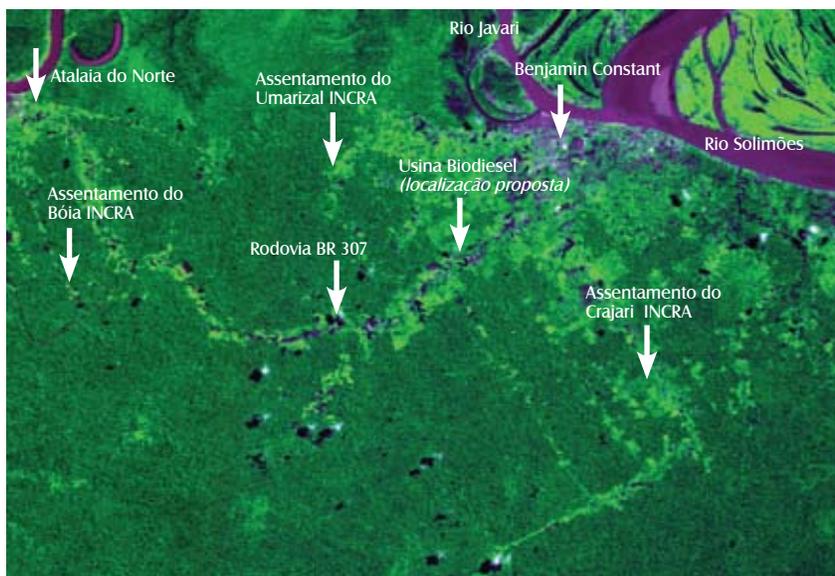
Os municípios de Atalaia do Norte e Benjamin Constant, ambos no vale do Rio Javari, são as duas sedes municipais na área de abrangência do projeto e distam uns 50 quilômetros de Tabatinga, principal polo regional do Alto Solimões.

Conjuntamente, as duas sedes municipais contam com 31.195 habitantes (dados de 2009, segundo o IBGE) e apresentam um consumo atual de cerca de 5,5 milhões de litros anuais de biodiesel, quantidade muito superior à que deverá ser produzida pelo projeto – em torno de 2,5 milhões de litros anuais. Ou seja, todo o biodiesel a ser produzido poderá ser adquirido pela concessionária de geração e distribuição de energia nos municípios.

2.4. Aspectos socioeconômicos da região

O município de Atalaia do Norte ocupa uma área de 76.355 km². A população do município, estimada em 2007 pelo Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística (IBGE), era de 13.682 habitantes, dos quais

Figura 1 – Localização geográfica do projeto ao longo da BR 307 (Imagem CIBERS-2B, obtida em 06/09/2009, cedida pelo INPE)



cerca de 40% viviam na zona rural em 37 comunidades, sendo 15 ribeirinhas e 22 indígenas. O IDH-M está em torno de 0,559.

Benjamin Constant ocupa uma área de 8.793 km². A população estimada para 2007 foi de 29.268 habitantes, segundo dados do IBGE, com 39% vivendo na zona rural em 59 comunidades, sendo 39 ribeirinhas e 20 indígenas. O IDH-M está em torno de 0,640.

O PIB de Atalaia do Norte a preço de mercado corrente, em 2002, foi de R\$ 21,495 milhões. No mesmo ano, Benjamin Constant registrou um PIB de R\$ 55,372 milhões.

A economia de ambos os municípios é lastreada nas atividades do setor primário, com destaque para o extrativismo e a agricultura. O extrativismo vegetal na região está baseado principalmente na extração da madeira e é a atividade que emprega maior quantidade da mão de obra, dispondo de boa infraestrutura para o beneficiamento local de madeira, com serrarias e movelarias.

As atividades madeireiras apresentam um estado de semi-funcionamento, devido ao baixo número de projetos legalizados de extração e manejo. Dados do IBGE registram para o ano de 2000 a extração de cerca de 40.844 m³ de madeira em tora no município de Benjamin Constant. Outros produtos de extrativismo, em menor importância, são a borracha e gomas não-elásticas.

A agricultura tem toda a sua produção

voltada exclusivamente para o consumo local em ambos os municípios e é baseada principalmente nos cultivos temporários (mandioca, arroz, feijão, batata-doce, milho e melancia) e, em menor proporção, nos cultivos perenes e semiperenes (banana, abacate, abacaxi, laranja, limão, cupuaçu e pupunha (Figura 2).

A horticultura é pouco desenvolvida e explorada de forma empírica através do cultivo de verduras e legumes (couve, cheiro-verde, alface, tomate, pepino, quiabo, pimentão), voltando-se apenas, de modo insuficiente, para o consumo doméstico. O cultivo de frutas regionais (abiu, cubiú, mapati, pupunha, sapota, fruta-pão, araçá-boi, mari, sorva, camucamu) apresenta bom potencial, mas é apenas incipiente no presente.

A pecuária é muito elementar e de baixíssimo rendimento, constituída apenas de bovinos e suínos, sem destaque econômico e atendendo apenas parcialmente o mercado local (Figura 3). A avicultura é caracterizada como atividade tipicamente doméstica (galinhas e ovos) e o abastecimento para o consumo local é feito a partir



Figura 2 – Plantio de palma de óleo em área de milho na propriedade do Sr. Nazareno

Figura 3 – Plantio de palma de óleo em área de pastagem na propriedade do Sr. Sinei
(Foto: Edson Barcelos)



de frango congelado adquirido no mercado de Tabatinga e oriundo do sul do País.

A pesca é a principal atividade, sendo o peixe a fonte de proteína de toda a região do Alto Solimões. Praticada artesanalmente nos municípios em questão, tem pouca participação na economia formal. Notadamente em Benjamin Constant, a piscicultura foi incentivada e hoje representa atividade rentável e promissora, com assistência técnica pública e produção local de alevinos. A produção é destinada aos mercados de Tabatinga, Letícia e Manaus.

Os setores secundário e terciário são representados por indústrias simples, como olarias e serrarias, pouco ativas devido à limitação de oferta de madeira legalizada. Também há poucas padarias. O comércio e os serviços se resumem a um razoável número de varejistas e poucos atacadistas em geral. Nos municípios, há um posto do Banco do Brasil e uma agên-

cia do Bradesco, os quais, tendo em vista a proximidade das sedes municipais e a rodovia asfaltada, atendem eficientemente os dois municípios.

2.5. Fornecimento de energia elétrica

A geração de energia elétrica nas sedes dos municípios de Atalaia do Norte e Benjamin Constant é de responsabilidade da Companhia Energética do Amazonas (CEAM), empresa federalizada ligada à Eletrobrás, e consiste exclusivamente de Unidades Termoeletricas (UTES) movidas a óleo diesel.

Nas comunidades rurais de ambos os municípios, o suprimento de energia elétrica, quando existe, se dá pela utilização de pequenos grupos geradores a diesel e, em alguns casos, adota-se energia solar para pequenas demandas.

Para o escopo do projeto, qual seja o fornecimento de biodiesel, dar-se-á ênfase apenas às sedes municipais, as quais apresentam, hoje, uma demanda muito além do volume a ser ofertado inicialmente pelo projeto.

O parque de geração de energia de Atalaia do Norte está composto por um grupo gerador de 800 kW e 3 grupos geradores 240 kW de potência nominal cada, totalizando 1.520 kW de capacidade instalada. A ponta de carga é de 600 kW. Em 2006, o consumo de diesel foi de 1.074 toneladas/ano, com previsão de se consumir 2.302 toneladas de diesel em 2014, só na geração de energia.

Em Benjamin Constant, a unidade de geração de energia elétrica conta com dois grupos geradores de 1.500 kW, um de 1.400 kW, um de 1.100 kW, um de 1.000 kW e um de 630 kW, totalizando 7.130 kW de capacidade nominal instalada. A ponta de carga é de 2.150 kW. O consumo de combustível, em 2006, foi de 3.641 tone-

ladas de diesel/ano, devendo chegar a 7.805 t de diesel/ano em 2014 só na geração de energia.

No total, somando-se Benjamin Constant e Atalaia do Norte, a previsão é que serão consumidas 10.107 toneladas de diesel só na geração de energia em 2014, ano em que o projeto em implantação estará em seu pique de produção máxima, de 2.160 t de óleo de dendê/biodie-

sel. Ou seja, o projeto poderá atender até 20% da demanda de combustível no ano de 2014.

Enquanto isso, ainda em 2014, só o município de Tabatinga, distante de Benjamin Constant cerca de 30 km em linha reta, estará consumindo 23.340 toneladas de combustível para atender seu parque de geração de energia. Em resumo, mercado não será limitação para a futura produção de óleo do projeto.

Figura 4 – Aclimação de mudas de palma de óleo em pré- viveiro instalado na área do projeto (Foto: Edson Barcelos)



2.6. Estrutura do Projeto

2.6.1. Agrícola

O projeto conta com cerca de 110 famílias de agricultores, sendo que cada uma delas recebe apoio para o plantio de cinco hectares de palma de óleo. Esse apoio é traduzido em: fornecimento das mudas prontas para o plantio (Figura 4); uma soma de recursos financeiros na base de R\$ 1.000,00/hectare para o preparo da área e plantio das mudas; e adubos para adubação das covas no momento do plantio (Figuras 5 e 6). Toda a assistência



Figura 5 – Instalação da cultura de palma de óleo na área do projeto (a e b - Foto: Edson Barcelos; c - Foto: Pedro Freitas)



Figura 6 – Cultura de palma de óleo instalada na área do projeto

(a e b – Fotos: Edson Barcelos)



técnica para a cultura da palma de óleo é assegurada por três profissionais com dedicação exclusiva ao projeto (um engenheiro agrônomo e dois técnicos agrícolas), treinados e apoiados pela equipe técnica da Embrapa Amazônia Ocidental/Manaus.

Durante a fase jovem e improdutiva da cultura da palma de óleo, os agricultores são incentivados a aproveitar as entrelinhas com cultivos anuais (culturas alimentares: mandioca, arroz, milho, feijão, batata, melancia, abacaxi, etc.) e semiperenes (maracujá, banana, etc.), como forma de obter alguma renda inicial e auxiliar na manutenção das áreas livres das invasoras (Figura 7). Para os cultivos intercalares, a assistência técnica e as sementes são asseguradas pelo Instituto

de Desenvolvimento Agropecuário e Florestal Sustentável do Amazonas (IDAM), órgão de assistência técnica e extensão rural oficial do estado.

Durante a fase de desenvolvimento da cultura da palma de óleo, o projeto assegurará a continuidade da assistência técnica, o pagamento mensal de uma ajuda aos agricultores de R\$ 200,00/família/mês e o fornecimento dos fertilizantes para a cultura do dendê. A ajuda financeira mensal será paga mediante o cumprimento de compromissos pactuados entre os agricultores e a equipe técnica, assegurando a realização dos tratos recomendados para a cultura da palma de óleo.

Vale ressaltar que todo o apoio administrativo, gerencial e político-social conta com a imprescindível participação da

Figura 7 – Consorciação de culturas perenes na fase de implantação da cultura de palma de óleo (a e b – Foto: Edson Barcelos; c – Foto: Pedro Freitas)



equipe da Diocese do Alto Solimões e da Fundação AGROSOL, sob a liderança do Bispo da Diocese, Dom Alcimar Caldas Magalhães, principal incentivador do projeto e lutador pelo desenvolvimento social sustentável da região.

Assim, todos os agricultores familiares participantes serão associados da cooperativa e fornecedores de cachos de dendê para a usina de extração de óleo prevista no projeto, a qual estará sob a gestão da cooperativa dos produtores

a ser criada, a partir da conclusão dos plantios das áreas.

A produção esperada do projeto, na base de 24 t de cachos/ha/ano na fase adulta, no sexto ano após o plantio, será de 12 mil toneladas de cachos nos 500 hectares cultivados. Entretanto, a produção e a colheita comercial iniciarão no final do terceiro ano após o plantio, com uma produtividade esperada de 8 t de cachos/ha já em 2011.

2.6.2. Usina de extração de óleo

Será instalada uma miniusina de extração de óleo com capacidade de processamento de três toneladas de cachos por hora, suficiente para atender a uma área de 500 hectares de plantios na fase adulta. A usina de extração de óleo será da cooperativa formada com todos os agricultores familiares participantes do projeto e terá gerenciamento profissional, com um técnico a ser inicialmente contratado e pago pelo projeto.

Para a implantação da miniusina e da unidade de produção de biodiesel, certamente a parte de custos mais elevados do projeto, tentar-se-á obter recursos não reembolsáveis nas agências de desenvolvimento regional. Caso necessário, conta-se com a possibilidade de buscar recursos de financiamentos bancários, dada a rentabilidade da atividade.

2.6.3. Uso energético do óleo / produção do biodiesel

O uso energético dos óleos vegetais tem como via tecnológica mais comum a transformação desses óleos em biodiesel e sua posterior mistura no diesel, e até mesmo o uso puro desse combustível nos motores. Essa é a premissa, sobretudo para o uso veicular dos óleos vegetais, ou seja, nos motores de caminhões, ônibus, tratores, etc.

Entretanto, tecnicamente existem outras abordagens, que vão desde a queima do óleo puro nos motores até o emprego de tecnologias para a transformação desse óleo em um combustível mais apropriado ao uso nos motores atuais, como o craqueamento, tecnologia mais adequada às comunidades isoladas de menor porte, por exemplo. Como existem diversas instituições pesquisando essas diferentes abordagens, o projeto pode contar com o avanço tecnológico nessa área e poderá definir a rota a seguir posteriormente.

Considera-se que a proposta de uso do óleo na geração de energia, ou seja, em sistemas estacionários, representa um ponto favorável na adoção de novas tecnologias, como o uso de kits multicompostíveis com pré-aquecimento do óleo, e assim por diante.

2.6.4. Resultados econômicos previstos

A produção anual do projeto esperada na fase adulta da planta, ou seja, a partir do sétimo ano após o plantio, considerando uma produtividade média de 24 t de cachos/ha/ano, será de 12 mil toneladas de cachos de palma de óleo, que resultarão em: 2.160 t de óleo de palma; 240 t de óleo de palmiste; e 240 t de torta, com aproximadamente 15% de proteína bruta. O valor bruto da produção a ser comercializada na forma de óleo e torta, a preços atuais, é da ordem de R\$ 5,076 milhões/ano.

A renda líquida para remuneração da mão de obra familiar dos agricultores participantes do projeto, na condição de associados da cooperativa, considerando uma área produtiva de cinco hectares de plantios de palma de óleo com uma produtividade média de 24 t de cachos/ha/ano na fase adulta, está prevista para ser de aproximadamente R\$ 2.000,00/mês, conforme Tabela 1.

A unidade de beneficiamento de cachos terá gestão autônoma com resultados operacionais próprios e independentes, devendo gerar sobras financeiras que serão repartidas com os cooperados proporcionalmente ao fornecimento de matéria-prima, como preconiza a legislação cooperativista. A Tabela 2 discrimina os resultados operacionais previstos para o funcionamento da usina, com uma sobra operacional de R\$ 696.000,00 no sétimo ano, na fase adulta da plantação, o que representa um adicional à receita líquida familiar de mais R\$ 580,00/família/mês, elevando, assim, a previsão de renda líquida

Tabela 1 – Receitas e despesas anuais previstas por agricultor familiar com cinco hectares de palma de óleo em produção

DISCRIMINAÇÃO	4° ano	5° ano	6° ano	7° ano
Cachos produzidos (toneladas)	60	80	100	120
Gastos com transporte dos cachos (R\$ 25,00/t)	1.500	2.000	2.500	3.000
Gastos com beneficiamento dos cachos (R\$ 50,00/t)	3.000	4.000	5.000	6.000
Despesas com adubos (3, 4 e 5 t x R\$ 2.200,00/t)	6.600	8.800	11.000	11.000
Produção de óleo (toneladas)	9,6	14,4	18,0	21,6
Receita bruta do cooperado (R\$ 2.000,00/t óleo) / R\$	19.200	28.800	36.000	43.200
Receita líquida do cooperado / R\$	8.100	14.000	17.500	23.200

Tabela 2 – Resultado financeiro operacional do funcionamento da miniusina de beneficiamento da produção de palma de óleo

DISCRIMINAÇÃO	4° ano	5° ano	6° ano	7° ano...
RECEITA	678.000	905.000	1.130.000	1.356.000
Cachos beneficiados (ton.)	6.000	8.000	10.000	12.000
Receita com o beneficiamento dos cachos (R\$ 50,00/t)	300.000	400.000	500.000	600.000
Venda de óleo de palmiste (R\$ 3.000,00/t)	360.000	480.000	600.000	720.000
Venda de torta de palmiste (R\$ 150,00/t)	18.000	25.000	30.000	36.000
DESPESA	660.000	660.000	660.000	660.000
Manutenção e reposição de peças	200.000	200.000	200.000	200.000
01 Gerente Geral / Comercial	120.000	120.000	120.000	120.000
01 Gerente Industrial / Exploração	100.000	100.000	100.000	100.000
12 Operários da Indústria	240.000	240.000	240.000	240.000
Receita Líquida da Usina	18.000	245.000	470.000	696.000

da familiar para mais de R\$ 2.500,00/mês, para cerca de 110 agricultores familiares.

2.7. Ameaças ao Projeto

Há diversos aspectos, em sua grande maioria de cunho político, identificados como ameaças ao sucesso do projeto, uma vez que, na área técnico-agronômica, até o momento, a cultura apresenta um comportamento acima do esperado. A motivação dos agricultores participantes

do projeto e da população dos municípios envolvidos é muito positiva e esperançosa, assim como a visão dos dirigentes políticos locais, apesar do pouco envolvimento e apoio efetivo ao projeto. Como ameaças reais, pode-se considerar:

- eventual ruptura de compromissos dos parceiros envolvidos por motivos diversos, desde suas agendas secretas até interesses imediatos não atendidos;

- problemas relacionados com o acesso às áreas dos agricultores familiares dos assentamentos do INCRA, unicamente por impraticabilidade das estradas de acesso devido à falta de manutenção por quem de direito;
- eventual descontinuidade no fluxo de recursos para assegurar o andamento do projeto, o que poderá, inclusive, levar ao descrédito por parte dos agricultores familiares participantes.

2.8. Conclusões

Os resultados financeiros apresentados e as possibilidades de impactos socioeconômicos justificam todos os esforços e o empenho na viabilização do projeto. O sucesso desse empreendimento pode representar um modelo para a viabilização dos inúmeros projetos de assentamentos do Governo Federal existentes no Amazonas e na Amazônia, hoje considerados como problema e não como a solução preconizada para a melhoria da qualidade de vida de milhares de famílias que acalentaram o sonho da terra própria e da promoção social de suas famílias.

Combinação de cultivos florestais com a cultura da palma de óleo no Estado do Acre

João Batista Martiniano Pereira, Rodrigo da Silva Guedes, Edson Alves de Araújo, João Paulo Mastrângelo, Eufraim Ferreira do Amaral, Tadário Kamel de Oliveira e Nilson Gomes Bardales

1. Introdução

A Amazônia possui aproximadamente 70 milhões de hectares considerados como áreas aptas para o cultivo da palma de óleo (dendezeiro – *Elaeis guineensis* Jacq.). Dessa extensão potencial, somente 39 mil hectares são utilizados efetivamente com a cultura, sendo que quase 85% da área cultivada está localizada no Estado do Pará. O Amazonas é o Estado que possui a maior área potencial para o plantio de palma de óleo – o equivalente a 50 milhões de hectares. Os demais estados da Amazônia Ocidental, como Acre, Amapá, Rondônia e Roraima, têm, em conjunto, nove milhões de hectares, correspondendo a 12,9% do total de área potencialmente aproveitável. O Acre possui 2,5 milhões de hectares potencialmente favoráveis ao plantio de palma de óleo.

O Acre, com área territorial de aproximadamente 164.220 km², apresenta em torno de 12% de sua área total desflorestada (ACRE, 2006). Do total desmatado, aproximadamente 81% são utilizados com pastagens. E estima-se, também, que metade dessas pastagens esteja em algum estágio de degradação. Essas terras degra-

das e subutilizadas no Acre podem ser aproveitadas para a cultura de palma de óleo consorciada com culturas alimentares de ciclo curto na fase jovem da planta, possibilitando uma cobertura florestal plena em sua fase adulta.

A produção de biocombustível a partir de oleaginosas como a palma de óleo pode trazer retorno econômico e representa inserção social na região devido ao caráter de longo prazo da atividade, uma vez que fixa o agricultor e a sua família na área de produção, oferece renda ao longo do ano durante o ciclo da cultura e é uma atividade produtiva com reais perspectivas para a agricultura familiar.

Os principais problemas com relação ao plantio de palma de óleo referem-se à falta de tradição no seu cultivo, à incipiente infraestrutura energética e de comunicação na região e à necessidade de processamento do produto em, no máximo, 24 horas após a colheita, tornando-se indispensável a instalação da agroindústria próxima ao local do plantio.

O presente capítulo objetiva tratar da cultura da palma de óleo como alternativa para a recuperação do passivo ambiental florestal e como alternativa econômica

para o produtor rural acriano. A ênfase será para sua implantação em áreas antropizadas nas regiões de influência das BR-364 e BR-317 e em áreas de assentamento, denominadas pelo Zoneamento Ecológico-Econômico (ZEE) do Acre (ACRE, 2006) como Zona 1 ou áreas destinadas à consolidação de sistemas produtivos sustentáveis.

2. Experiências com o cultivo de palma de óleo no Estado do Acre

A cultura de palma de óleo pode se caracterizar como uma atividade importante dentro da ótica ecológica, tendo em vista seu ciclo perene e a alta fixação de carbono. Além disso, é uma cultura de ampla adaptação em termos de solo que também constitui uma importante alternativa para a recomposição de áreas alteradas.

Apesar das características edafoclimáticas serem propícias para o plantio da palma de óleo, poucos são os resultados de pesquisas disponíveis que tratam do estabelecimento dessa cultura no Estado do Acre. Assim, é essencial avaliar a viabilidade econômica das alternativas de implantação da cultura tanto em monocultivo como em sistemas agroflorestais. Outro aspecto relevante é que a cultura de palma de óleo necessita de uma estrutura organizada para produção e distribuição de forma a atingir com competitividade os mercados potenciais.

As condições climáticas ideais para o alto desempenho da planta, no tocante à produção de óleo, são: pluviometria acima de 2.000 mm, sendo ideal a ocorrência de chuvas acima de 2.500 mm, bem distribuídas ao longo do ano; temperatura média entre 24 e 28°C, com máxima de 33°C e temperatura mínima não inferior a 18°C;

e luminosidade acima de 1.800 horas/ano de radiação solar (BASTOS et al., 2001).

Para o Estado do Acre, que apresenta índices pluviométricos variando entre 1.800 mm no Vale do Acre a 2.400 mm nas Regionais do Juruá e Tarauacá/Envira, as possíveis limitações para o plantio da palma de óleo podem surgir em virtude do pronunciado período seco, que ocorre com mais intensidade no Vale do Acre entre os meses de junho a agosto. Nas demais regiões, as chuvas são bem distribuídas durante os meses do ano (PEREIRA, 2009).

A palma de óleo é uma planta tolerante à acidez e ao elevado teor de alumínio no solo, condição predominante nos solos amazônicos. Por ser uma planta que exporta grande volume de biomassa por meio dos cachos produzidos, a palma de óleo necessita que o estoque de nutrientes do solo seja mantido em níveis adequados por meio de adubações que levem em conta o equilíbrio nutricional das plantas.

As características de solo ideais para o adequado desenvolvimento da cultura são solos profundos e bem estruturados, a fim de proporcionar um bom desenvolvimento do sistema radicular, além de permeáveis, para que possam garantir uma boa aeração e também uma boa circulação e armazenamento de água.

Ações de pesquisa e validação desenvolvidas pela Embrapa Acre com o objetivo de estimar a adaptabilidade da palma de óleo às condições edafoclimáticas do Estado, bem como o Zoneamento Agroecológico para a Cultura da Palma de Óleo nas Áreas Desmatadas da Amazônia Legal, estão sendo levadas em consideração para o estabelecimento de coeficientes técnicos visando ao financiamento de empreendimentos voltados para a exploração da palma de óleo (Figura 1). Isso reduzirá os riscos para os agricultores e deverá au-

mentar o nível de certeza de sucesso das instituições de fomento e financiamento (PEREIRA, 2009). Atualmente, existem 24 ha de palmares plantados no Acre, distribuídos em experimentos de Avaliação de Variedades e Unidades de Observação nos municípios de Rio Branco, Senador

Guiomard, Sena Madureira, Epitaciolândia, Brasileira e Cruzeiro do Sul, com idade dos plantios variando entre dois e quatro anos (Figura 2).

Guedes et al. (2007) avaliaram e compararam o desenvolvimento de plantas de diferentes progênies de palma de óleo nas

condições edafoclimáticas de Cruzeiro do Sul (local 1) e Rio Branco (local 2), no Estado do Acre. As progênies implantadas foram a C-2501, C-2528, C-2301 e C-1001. Um ano após o plantio, foram realizadas aferições de altura e diâmetro do colo utilizando régua e paquímetro. Diferenças significativas entre os locais de plantio 1 e 2 foram observadas, sendo que o local 1 apresentou os maiores valores, tanto para a altura quanto para o diâmetro das plantas. Verificou-se que a altura de plantas da progênie C-2301 diferiu significativamente das demais. Quanto ao diâmetro, as progênies não diferiram estatisticamente entre si. As consideráveis diferenças encontradas entre os locais 1 e 2 são devidas, possivelmente, às exigências naturais e nutricionais da cultura da palma de óleo, visto que esta planta expressa seu máximo desenvolvimento em regiões com alto regime pluviométrico, chegando a mais de 2.000 mm a diferença de precipitação anual entre os locais estudados.

Esses resultados preliminares servem de embasamento para definir quais genótipos podem ser utiliza-

Figura 1 – Planta de palma de óleo com quatro anos de idade em experimento de avaliação de progênies implantado na Embrapa Acre, em Rio Branco/AC

(Foto: João Batista Martiniano Pereira)



Figura 2 – Detalhe de Unidade de Observação implantada no Município de Senador Guiomard/AC no ano de 2008, onde o produtor consorciou palma de óleo com mandioca



dos em consorciação com outras culturas na recuperação de terras degradadas e também qual a melhor região do Estado, em termos de aptidão edafoclimática, é a melhor para o plantio da palma de óleo.

3. Perspectivas para a cultura da palma de óleo no Acre – Plano de Desenvolvimento do Governo do Estado

As regionais de desenvolvimento do Juruá e Tarauacá-Envira caracterizam-se pela presença de grandes áreas de florestas preservadas. No entanto, existem áreas

sob influência direta da rodovia BR-364 nas quais uma parte das florestas tem sido substituída por: uma frente de expansão e consolidação de atividades agropecuárias (pequenas, médias e grandes propriedades rurais); agricultura familiar em assentamentos de reforma agrária; e polos agrofloretais e áreas de reserva legal com atividades de manejo florestal.

Essas regionais apresentam baixa densidade populacional, em comparação com as demais regionais do Estado, dispendo de regular infraestrutura de transporte, energia e serviços públicos e privados.

Apesar das obras de asfaltamento da BR-364, que têm finalização prevista para o ano de 2010 e devem concluir a interligação terrestre com a regional do Baixo Acre, os municípios das regionais Juruá



Figura 3 – Pastagem degradada no trecho da BR 364 entre os municípios de Tarauacá e Cruzeiro do Sul em área com predomínio de Cambissolos (Foto: Edson Alves de Araújo)

e Tarauacá-Envira ainda ficam isolados durante o período invernosos (geralmente entre os meses de dezembro a maio) devido ao fechamento dos trechos não asfaltados. Isso tem causado uma série de transtornos às populações locais e impedido o escoamento da produção da região.

O uso da terra é tipicamente agroflorestal, com áreas antropizadas dispondo de mosaicos produtivos que vão de pequenas, médias e grandes propriedades agrícolas, voltadas principalmente para a produção de carne e leite, a assentamentos de reforma agrária e extrativismo florestal da borracha. Também é marcante, nessa regional, a presença de terras indígenas e Unidades de Conservação, que propiciaram a preservação do patrimônio florestal.

Porém, grande parte das propriedades dessa regional apresenta problemas de passivo ambiental, no qual foi ultrapassada a quantidade legalmente permitida de área de conversão, exigindo-se sua recuperação e recomposição. Além disso, num processo ainda comum em toda a Amazônia, algumas dessas áreas encontram-se na forma de pastagens degradadas e capoeiras abandonadas em diversos estágios de regeneração (Figuras 3 e 4), não revertendo ou agregando qualquer ganho para a produção agropecuária e estimulando a conversão de novas áreas em pastos e plantações.

O Zoneamento Ecológico-Econômico (ZEE) (ACRE, 2006), por intermédio da Política de Valorização do Ativo Ambiental e Florestal (ACRE, 2008), vem desenvolvendo



Figura 4 – Áreas de pastagem e capoeira potenciais para implantação da cultura de palma de óleo no trecho da BR 364 entre Tarauacá e Cruzeiro do Sul (Foto: Edson Alves de Araújo)

um conjunto de atividades para dar uma correta função social, ambiental e econômica, regularizando e reincorporando as áreas de propriedades que possuem passivo ambiental florestal. Essa política tem servido como instrumento de inclusão e participação social nas áreas de alta vulnerabilidade ambiental.

O Governo do Acre busca criar a base de suprimento e promover diversificação, modernização e industrialização da cadeia produtiva da palma de óleo (*Elaeis guineensis*) no Estado por meio de sua participação no mercado, gerando emprego e distribuição de renda tendo em vista a inclusão social.

O estabelecimento de florestas plantadas com palma de óleo nas regionais Juruá e Tarauacá-Envira possibilitará uma alternativa econômica viável para os produtores através da produção de óleo e da subsequente implantação de uma agroindústria de extração, beneficiamento e envasamento de óleo. O cultivo da palma de óleo também deverá consolidar a política de atração de empreendimentos de base florestal, fortalecendo a cadeia de produtos agroflorestais e o parque tecnológico do Estado através da implantação do Polo Oleoquímico, que, por sua vez, potencializará a produção extrativista de outros óleos vegetais das florestas nativas.

A cultura da palma de óleo deverá reincorporar áreas alteradas/degradadas, colaborando na contenção do desmatamento, pois, com a consolidação das áreas já convertidas, os produtores não precisarão desmatar novas áreas. Além disso, com a produção da palma de óleo e das outras atividades de sua cadeia produtiva, parte dos impactos ambientais e sociais gerados pelas antigas políticas de ocupação deve ser revertida, diminuindo a pressão sobre novas áreas de florestas e gerando emprego e renda.

A diversificação da produção também deverá propiciar a implantação de novos negócios estratégicos voltados para as características intrínsecas da produção agroflorestal acriana, alcançando novos nichos de mercado e promovendo os produtos com a marca de sustentabilidade do Acre.

Com o estabelecimento das florestas plantadas com palma de óleo, a produção de óleos e outros produtos com fins industriais será garantida. Dessa forma, a cadeia produtiva agroflorestal estará mais bem organizada, com excelência na gestão da qualidade, dispondo de melhores produtos e processos inseridos em novos mercados.

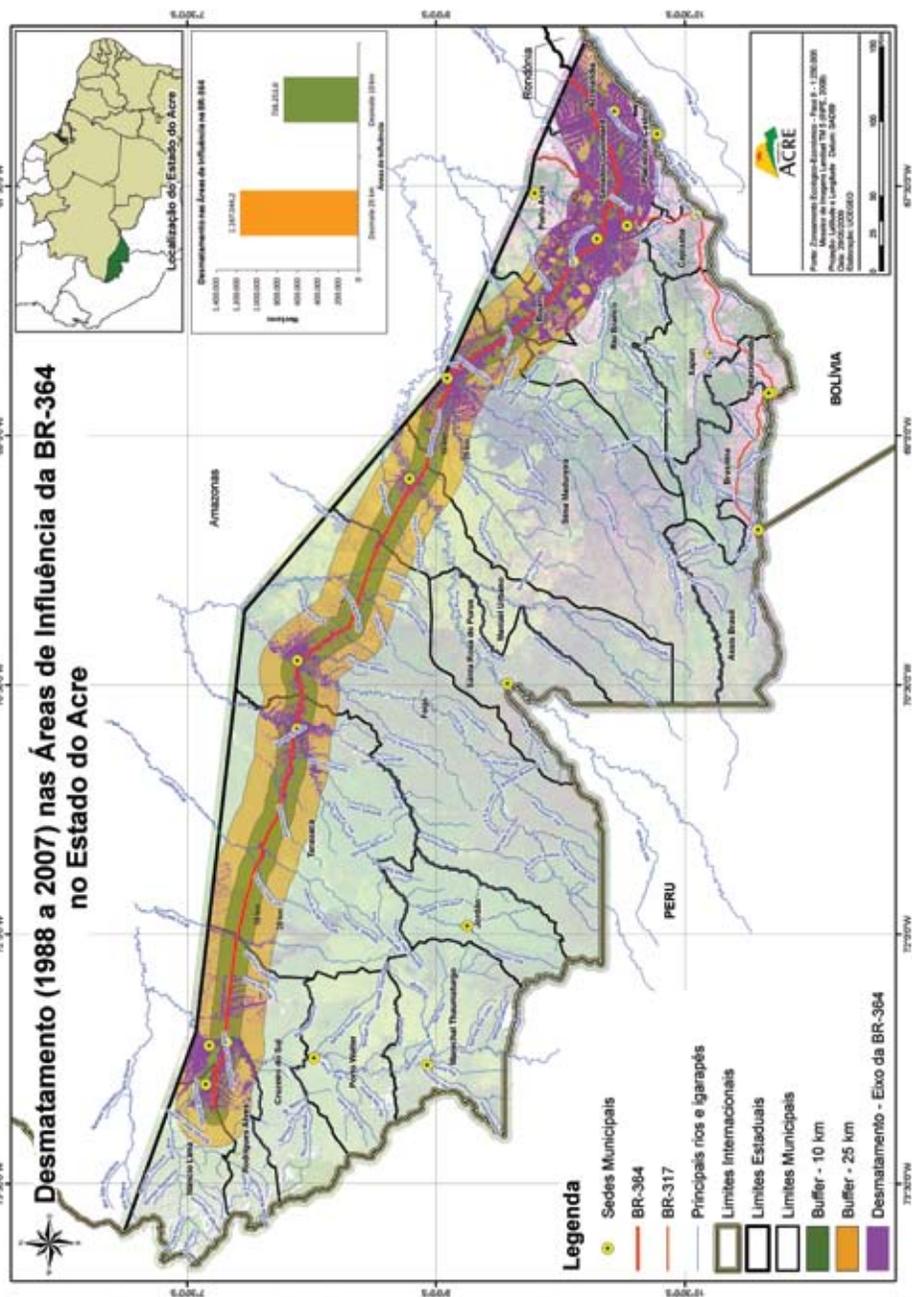
Espera-se que a exploração comercial das florestas plantadas com palma de óleo atenda à demanda tanto da indústria alimentícia quanto de outros derivados, produzindo uma gama diversificada de produtos de alto valor agregado, envolvendo produtos certificados com uso de tecnologia avançada, gerando emprego e renda e diminuindo os impactos ambientais decorrentes da pressão sobre as florestas nativas da região.

De acordo com as diretrizes do ZEE-AC, a localização das áreas para reflorestamento com palma de óleo serão aquelas localizadas no eixo de 25 km às margens da rodovia BR-364, nas regionais Juruá e Tarauacá-Envira, num raio máximo de 50 km da agroindústria a ser instalada, conforme se observa na Figura 5.

A região de interesse, onde mais de 112 mil hectares de área estão desmatados no eixo de 10 km às margens da rodovia BR-364, é composta por projetos de assentamentos, Unidades de Conservação e propriedades particulares, sendo estas áreas estratégicas para a implantação de florestas com palma de óleo.

Os projetos de assentamento da região dispõem de 56 mil hectares de áreas desmatadas aptas para reflorestamento

Figura 5 – Mapa das áreas estratégicas para reflorestamento com palma de óleo na BR-364. Fonte: ACRE (2009)



com palma de óleo, tanto do ponto de vista técnico como logístico. Em relação às Unidades de Conservação localizadas na região, destaca-se o Complexo de Florestas Estaduais do Rio Gregório, composto pelas Florestas Estaduais do Rio Liberdade, do Mogno e do Rio Gregório. Este complexo possui uma área de 480 mil hectares, sendo que mais de 11 mil hectares estão desmatados.

Nas propriedades particulares, existem cerca de 10 mil hectares de área desmatada, localizados no eixo de 10 km às margens da rodovia BR-364, correspondendo a menos de 10% da área desmatada da região.

Tudo leva a crer que a instalação de plantios de palma de óleo nessa região vai gerar impactos positivos no meio ambiente local, pois se propõe a recuperar e a reinserir na economia local, com efetivo plantio, 9% das áreas desmatadas da região, sem contar a reserva legal das propriedades incluídas no projeto que obrigatoriamente deverão ser preservadas. Isso contribuirá de forma efetiva para a redução do desmatamento e do uso do fogo na lavoura, prática comum na região.

Sob a ótica dos impactos sociais, a partir da implantação das agroindústrias e das áreas de plantio, há uma tendência de fixação da mão de obra nas áreas rurais, bem como nas cidades próximas às agroindústrias. Haverá, também, maior participação de pequenos proprietários de terras e de assentados no projeto pela formação de atividades ligadas direta ou indiretamente aos plantios.

Outro importante impacto é a geração de mais de 4,5 mil empregos diretos e indiretos, resultando em um crescimento de 30% do Produto Interno Bruto (PIB) das regionais Juruá e Tarauacá-Envira, sem contabilizar os indicadores dos setores industrial e de serviços.

Também são esperados outros efeitos menos tangíveis, mas igualmente importantes sob o ponto de vista do desenvolvimento sustentável. Entre eles, pode-se citar a redução da tensão social na região e da migração para os centros urbanos por falta de alternativa produtiva no campo.

4. Alternativas de combinação de cultivos florestais com a cultura de palma de óleo

Com o propósito de fazer frente ao desafio de consolidar um programa voltado para a cultura da palma de óleo nas regionais do Juruá e Tarauacá-Envira, deve-se imaginar estratégias voltadas para os produtores que atuam com base em agricultura familiar de modo que eles façam frente aos custos iniciais da implantação e da manutenção de um palmar com a obtenção de receitas extras.

Dessa forma, faz-se necessária a definição de arranjos que permitam aos pequenos produtores utilizar as entrelinhas, pelo menos até o terceiro ano após a instalação da cultura. A partir do quarto ano, o crescimento vegetativo da palma de óleo restringe a entrada de luz solar, ao mesmo tempo em que há um entrelaçamento do sistema radicular das plantas. Assim, a continuidade da exploração das entrelinhas com cultivos consorciados pode prejudicar tanto o estado nutricional das plantas de palma de óleo, que estarão entrando na fase de produção comercial, quanto as culturas intercaladas, que podem ter a sua produtividade comprometida em razão da competitividade delas com a palma de óleo na busca por nutrientes do solo.

Existem estudos teóricos sobre sistemas de produção para a palma de óleo na Amazônia (HOMMA et al., 2000), assim como experimentações agrícolas realizadas no sentido de definir modelos de produção agrícola consorciada com a palma de óleo e culturas alimentares, como, por exemplo, feijão, milho, banana, abacaxi e mandioca, entre outros (MONTEIRO et al., 2006; ROCHA, 2007). Os consórcios testados apresentaram resultados bastante satisfatórios em termos financeiros, concorrendo para a amortização dos custos de implantação e de manutenção do palmar até que as plantas iniciassem a fase de produção.

Nas regionais focadas pelo Governo do Acre para implantação da cultura da palma de óleo, são tradicionais os cultivos de abacaxi, banana e mandioca, predominando esta última, que tem grandes áreas cultivadas para a produção de farinha (ACRE, 2009).

Não deve ser desprezada a produção de feijão consorciado com a palma de óleo. Essa cultura é plantada normalmente em monocultivo, gerando uma renda considerável ao agricultor local. Em pelo menos duas das unidades de observação de palma de óleo conduzidas pela Embrapa Acre no município de Brasileia, agricultores vêm adotando esse consórcio, demonstrando boa adaptabilidade do feijão nas entrelinhas da palma de óleo. Além disso, deve também ser destacada a contribuição do feijoeiro no tocante ao fornecimento de nitrogênio via fixação biológica para a nutrição da palma de óleo, o que pode significar redução nos custos da adubação. No entanto, são necessários estudos mais precisos sobre este aspecto nutricional.

A densidade mais utilizada para a cultura da palma de óleo é de 143 plantas/ha, arranjas em triângulo equilátero de 9,00 m de lado, ou seja, um espaçamento

de 7,80 m entre as linhas de plantio e 9,00 m entre plantas. Nessa condição, inúmeras são as possibilidades que se tem de combinar culturas nas entrelinhas da palma de óleo. Com o objetivo de preservar a cultura principal, propõe-se que as culturas consorciadas sejam plantadas com um afastamento mínimo de 1,00 m das plantas de palma de óleo.

Para o consórcio palma de óleo x feijão, utilizando o espaçamento de 0,50 m x 0,30 m, é possível o plantio de 13 linhas em cada entrelinha da palma de óleo. Com essa disposição, tem-se uma densidade 47.667 plantas de feijão, o equivalente a 71% do *stand* para o feijão se fosse plantado em monocultivo.

Caso a cultura explorada seja o milho, em que se adota o espaçamento de 1,00 m x 0,40 m, em áreas de menor nível tecnológico, podem ser plantadas sete linhas de milho, proporcionando um *stand* de 19.250 plantas, equivalendo a 77% da população de milho solteiro/ha.

A banana deve ser plantada no espaçamento recomendado de 3,00 m x 2,00 m. Como essa cultura necessita de mais espaço para o adequado desenvolvimento do seu rizoma, seria recomendável o plantio de até duas linhas de banana nas entrelinhas da palma de óleo, com um *stand* de 1.110 covas de banana, correspondendo a 67% de plantas caso a banana fosse plantada em sistema solteiro, e equivalente ao mesmo *stand* de um hectare de banana plantado no espaçamento 3,00 m x 3,00 m.

O abacaxi é plantado em sistema de fileiras duplas, com espaçamento de 0,60 m x 0,60 m x 1,00 m. Nessa situação, seria recomendável plantar quatro fileiras duplas de abacaxi consorciado com palma de óleo, obtendo-se um *stand* de 7.334 plantas, o que equivale a 70% do *stand* do abacaxi em monocultivo.

Para a cultura da mandioca, planta-se

no espaçamento de 1,00 m x 1,00 m. Para evitar a competitividade entre os sistemas radiculares da mandioca e da palma de óleo, aconselha-se implantar até cinco fileiras, proporcionando um *stand* de 5.500 plantas, correspondente a 55% do *stand* de um mandiocal solteiro.

Referências bibliográficas

ACRE. Programa estadual de zoneamento ecológico-econômico do estado do Acre. **Zoneamento ecológico-econômico do Acre - fase II**: documento síntese - escala 1:250.000. Rio Branco: SEMA, 2006. 356 p.

ACRE. **Política de valorização do ativo ambiental florestal**: Plano de valorização do ativo ambiental florestal: programa de valorização do ativo ambiental florestal: fortalecendo as relações da floresta, na floresta e com a floresta. Rio Branco: SEMA, 2008. 34 p.

ACRE. **Zoneamento da Produção Familiar**. Rio Branco: SEMA, 2009. 32 p.

BASTOS, T. X.; MÜLLER, A. A.; PACHECO, N. A.; SAMPAIO, S. M. N.; ASSAD, E. D.; MARQUES, A. F. S. Zoneamento de riscos climáticos para a cultura da palma de óleo no estado do Pará. **Revista Brasileira de Agrometeorologia**, Passo Fundo, v.9, n.3, p. 564-570, 2001.

GUEDES, R. S.; BERGO, C. L.; PEREIRA, J. E. S. Introdução e avaliação do crescimento inicial de progênies de dendzeiro (*Elaeis guineensis* jacq.) nas condições da Amazônia Sul Ocidental. In: CONGRESSO INTERNACIONAL DE AGROENERGIA E BIOCOMBUSTÍVEIS, 2007, Teresina. [**Anais...**] Teresina, PI: Embrapa Meio-Norte, 2007.

HOMMA, A. K. O.; FURLAN JÚNIOR, J.; CARVALHO, R. A. et al. Bases para uma política de desenvolvimento da cultura do dendzeiro na Amazônia. In: VIEGAS, I. de J. M.; MÜLLER, A. A. **A cultura do dendzeiro na Amazônia Brasileira**. Belém: Embrapa Amazônia Oriental; Manaus: Embrapa Amazônia Ocidental, 2000. p.11-30.

MONTEIRO, K. F. G.; SILVA, A. R. F. da; SOUZA, C. T.; CONCEIÇÃO, E. R.; PALHETA, R. P. O cultivo do dendê como alternativa de produção para a agricultura familiar e sua inserção na cadeia do biodiesel no estado do Pará. In: CONGRESSO BIODIESEL, 2006, Brasília. **Anais...** [Brasília: UCB], 2006.

PEREIRA, J. B. M., A cultura do dendzeiro como alternativa para recomposição do passivo ambiental e produção sustentável no Acre. **Acre Rural**, v. 2, n 3, 2009. p76-78.

ROCHA, R. N. C. **Culturas intercalares para sustentabilidade de produção de dendê na agricultura familiar**. Viçosa: UFV, 2007.

Experiências na produção para a cultura de palma de óleo na Amazônia: relato de experiências da Marborges Agroindústria S.A. (Moju – Pará)

Antonio José de Abreu Pina

1. Introdução

A palma de óleo (dendezeiro) é uma palmeira originária da costa ocidental da África, e acredita-se que foi introduzida no Brasil por volta do século XVI pelos escravos trazidos pelos portugueses para trabalhar na lavoura de cana-de-açúcar, adaptando-se muito bem às condições climáticas do Estado do Pará, que é responsável por mais de 86% da produção brasileira de óleo de palma.

Para um bom desenvolvimento da cultura, a precipitação pluviométrica anual deve ser bem distribuída e ficar acima de 2.000 mm, com temperatura média oscilando entre 24 e 28°C, umidade relativa do ar variando entre 75 e 90%, e insolação anual mínima de 2.000 horas. Os solos devem ser profundos e bem drenados, devendo-se evitar faixas de conchossão laterítica.

É considerada a oleaginosa que apresenta a maior produtividade: aproximadamente 4 a 5 toneladas de óleo de palma (mesocarpo do fruto) por hectare, com base em uma taxa média de extração oscilando entre 20 a 22% sobre uma produção

de Cachos de Fruto Fresco (CFF) entre 20 e 22 toneladas, mais o óleo de palmiste (amêndoa), que representa em torno de 2% sobre o CFF. Em nível experimental, já se conseguiu produtividade acima de 40 toneladas de CFF e 9 toneladas de óleo por hectare, sugerindo que nos próximos anos os plantios comerciais melhorarão substancialmente a produção por área plantada.

Essa palmeira pertence à classe das monocotiledôneas, na ordem *palmales*, família *arecaceae* e gênero *elaeis*, termo derivado da palavra grega *elaion*, que quer dizer óleo. Ela possui duas espécies distintas: a *E.guineensis*, Jacq, conhecida como Dendê, a partir da qual são produzidos os plantios comerciais; e a *E.oleifera*, Cortés, o Dendê Americano ou Caiauê, de baixa produtividade de óleo, mas que vem ganhando importância econômica com seu uso no melhoramento genético de cruzamentos interespecíficos com a palmeira africana, visto que o híbrido resultante apresenta resistência fitossanitária ao Amarelecimento Fatal (AF), doença de agente etiológico desconhecido, além de outras particularidades referentes a manejo da plantação, qualidade do óleo, etc.

2. O mercado de óleo de palma

O Brasil é importador dos óleos de palma e palmiste. Em 2008, o País consumiu 360 mil toneladas de óleo de palma e 130 mil toneladas de óleo palmiste; nesse mesmo ano, foram importadas 153 mil toneladas de óleo de palma e 104 mil de óleo de palmiste.

A demanda mundial de óleo de palma tende a aumentar devido a suas múltiplas aplicações na agroindústria alimentícia, notadamente na fabricação de margarinas, biscoitos, pães e sorvetes. Contudo, a versatilidade no seu aproveitamento abre mais perspectivas de consumo. Atualmente, o óleo de palma (ou dendê) é utilizado na fabricação de sabões, detergentes, velas, produtos farmacêuticos, cosméticos, corantes naturais; também é usado na indústria siderúrgica, onde é empregado na fabricação de laminados de aço e ferro branco.

O biodiesel é o mais novo produto que irá revolucionar a economia brasileira. Esse combustível alternativo, ecologicamente correto e renovável, com vantagens ambientais e funcionais já comprovadas, também propicia benefícios socioeconômicos resultantes das diversas atividades que giram em torno de sua produção. E o Brasil tem tudo para se tornar um grande produtor de biodiesel: o clima, os diversos solos produtivos e a mão de obra abundante. Assim, é possível obter aumento imediato nas exportações agrícolas e reduzir a compra de óleo diesel no mercado externo, o que vai impulsionar o agronegócio brasileiro e o crescimento das áreas menos favorecidas do País com mais oportunidades de emprego e renda para os agricultores.

Da mesma forma, o óleo de palmiste,

tendo em vista sua alta qualidade e os elevados teores de ácido láurico e mirístico, encontra aplicações semelhantes às dos óleos de coco e de babaçu na fabricação de sabonetes, detergentes, pomadas e maioneses, entre outros produtos, podendo também ser utilizado na produção de chocolate, como substituto da manteiga do cacau.

3. O Grupo Marborges

O Grupo Marborges é constituído pelas empresas Marborges Agroindústria S.A. e Reflorestadora Moju Acará Limitada. Sua sede está situada na Vila Bacuriteua, município de Moju, no estado do Pará, e fica no km 56 da Rodovia Virgílio Serrão Sacramento (PA 252), que liga a cidade de Moju à cidade de Acará. Está localizada a aproximadamente 100 km em linha reta ao sul de Belém, capital do estado do Pará, na latitude 1°59'29"S e longitude 48°36'34"W.

A empresa iniciou suas atividades em julho de 1991, ao adquirir de outro empreendedor um palmar abandonado, no qual investiu até sua recuperação. Instalou sua indústria, inaugurada em 1993, com capacidade para processamento de seus frutos e da produção dos pequenos agricultores da região. Atualmente, emprega diretamente cerca de 850 funcionários e, em 2008, sua produção superou a marca de 15.000 toneladas de óleo de palma e 1.450 toneladas de óleo de palmiste; no mesmo ano, a produtividade média por hectare dos plantios adultos foi de 22,10 t de cachos frescos, 4,60 t de óleo de palma e 460 kg de óleo de palmiste.

O Grupo possui 4.701 ha de área plantada, sendo 3.416 ha em produção e 1.285 ha em formação. Para o ano de 2010, está previsto o plantio de 1.200 ha em áreas

degradadas e de pastagens, além do replantio de 380 ha que irão substituir as palmeiras com mais de 26 anos, cuja altura dificulta a colheita e, com a idade, apresentam baixa produtividade.

Visando melhor gerenciar o resultado de suas atividades, a empresa segregou sua plantação em módulos de aproximadamente 1.000 hectares, possuindo cada setor equipamentos e gerenciamento próprios.

Consciente da importância da diversificação da flora para o meio ambiente, a Marborges recuperou a mata de áreas degradadas, reflorestando-as com espécies nativas e exóticas; algumas áreas cultivadas com palma de óleo foram intercaladas com outras espécies. Assim, além de 4.701 hectares cultivados com palma de óleo, a Marborges reflorestou 432 ha com espécies variadas – 120 ha de citrus, 120 ha de açaí e fruteiras –, e mantém pecuária em menor escala. Com o cultivo de fruteiras, a Marborges implantará uma unidade de processamento de polpas, com capacidade para atender inclusive à oferta de frutos que as comunidades vizinhas tenham interesse em produzir, ampliando, assim, as oportunidades de renda para a vizinhança.

Empenhada no acesso à multiplicação e à interiorização de trabalho e renda com atividade econômica sustentável, respeitando o meio ambiente e dando melhor aproveitamento às áreas alteradas, a Marborges pretende investir no município de Garrafão do Norte, no estado do Pará, com a implantação de uma nova unidade agroindustrial do mesmo porte da unidade atual, propiciando a geração de 600 empregos naquele município.

Também empenhada na melhoria da qualidade de vida das comunidades que a circundam, a Marborges, ao longo de sua atividade, oferece: assistência técnica e orientação para a prática da agricultura

familiar sustentável; eventos de educação ambiental e recuperação da mata ciliar; cursos de técnicas e práticas rurais, sociais, medicina e segurança no trabalho, contribuindo para a qualificação profissional de jovens interessados nas atividades da empresa; cursos de práticas domésticas salutaras, como higiene, manuseio de alimentos e técnicas de primeiros socorros. A liberdade dos participantes é sempre respeitada para escolherem se desejam ou não se empregar na empresa.

A Marborges também investe na infraestrutura local, reparando estradas (com destaque para 26 km da PA-252), pontes, ramais e áreas de lazer, mantendo-as em condições de uso para atender à economia local e às comunidades vizinhas.

No campo de pesquisas para melhoria da cultura de palma de óleo, a Marborges investirá cerca de R\$ 6.000.000,00 até 2013, em parceria com a EMBRAPA-CPAA e o *Centre de Coopération Internationale en Recherche Agronomique pour Le Développement* (CIRAD), da França, visando à seleção da variedade de palma de óleo mais produtiva e resistente a doenças, aspectos nutricionais e de manejo da cultura.

4. Práticas agrícolas utilizadas na produção de palma de óleo

As práticas agrícolas aplicadas para a cultura da palma de óleo diferem em plantações, regiões, países, etc. Um resumo da experiência da Marborges Agroindústria S.A. é descrito a seguir.

Preparação de mudas

O local para implantação de pré-viveiro e viveiro deve ser cuidadosamente esco-

lhido: apresentar ligeira declividade, para evitar pontos de alagamentos; ter disponibilidade de água, para atender às necessidades hídricas da cultura; e ser próximo ao plantio definitivo, para que a distância a ser transportada não aumente o risco de danos às mudas.

Pré-viveiro

Antes da chegada das sementes, toda a infraestrutura do pré-viveiro deve ser preparada com abertura de drenos e construção dos canteiros que, em geral, medem 30,0 m de comprimento x 1,20 m de largura e distam 0,80 m entre eles. Para facilitar os tratos culturais, também é feita uma estrutura de ripas ou varas com mais ou menos 2,0 m de altura que servirá de suporte para cobertura dos canteiros, podendo ser utilizadas folhas de palmeiras ou sombrite 50%. Nos últimos anos, a Marborges vem utilizando o sombrite, que, em relação ao sistema tradicional, apresenta como vantagens uniformidade da luminosidade para todas as mudas, menor dano causado pela chuva e menor grau de sujeira.

As sementes chegam pré-germinadas e devem estar com a radícula e o caulículo bem definidos (10 a 15 mm); elas são enterradas até aproximadamente 1 cm bem no meio dos saquinhos de polietileno de 16 x 20 x 0,01 cm, que são arrumados nos canteiros e abastecidos com terriço, que normalmente vem da própria área onde o plantio será instalado e deve, preferencialmente, ser de textura média, pois solos muito argilosos (pesados) podem aumentar a

quantidade de mudas anormais.

A limpeza desse local para o plantio é realizada com trator de esteira ou pá carregadeira, sendo retirados restos de paus, tocos e demais entulhos. Pode-se fazer a gradagem ou simplesmente revolver a camada mais superficial do solo com auxílio de máquinas pesadas para facilitar o manuseio do substrato, que é, então, peneirado manualmente em telas de malha de 2 cm.

Os canteiros devem ser identificados com plaquinhas contendo informação sobre data, cruzamento e número de mudas (Figuras 1 e 2).

Figura 1 – Instalação de pré-viveiro para produção de mudas de palma de óleo (Foto do Autor)



Figura 2 – Pré-viveiro para produção de mudas de palma de óleo (Foto do Autor)



O tempo de permanência no pré-viveiro gira em torno de três a quatro meses e, nesse período, algumas atividades são fundamentais para que se consiga concluir a etapa com as mudas apresentando um excelente desenvolvimento, conforme a Tabela 1.

Nessa fase, uma rega entre 2 e 3 mm é suficiente para atender às necessidades hídricas das mudas.

Aos 60 dias, são separados em um canteiro especial os embriões das mudas “gêmeas”, que apresentam dois ou três embriões, os quais serão mantidos em observação, recebendo o mesmo tratamento das demais; serão aproveitadas no viveiro aquelas que, na ocasião da seleção, apresentarem características de uma muda normal.

A cobertura de sombrite é retirada ao término de 2,5 a 3,5 meses, mas as mudas continuam nos canteiros durante 15 dias para adaptação a pleno sol antes de serem transferidas para o viveiro.

Uma muda considerada normal tem de 5 a 7 cm de coleto, entre 3 e 5 folhas lanceoladas e uma altura entre 23 e 28 cm.

Viveiro

São realizados serviços topográficos que consistem no levantamento planial-

timétrico da área, locação dos canteiros, ruas de acesso, drenagem lateral e marcação do local onde ficarão os sacos.

Os sacos do viveiro medem 40 x 40 x 0,35 cm e são dispostos em quincôncio (triângulo equilátero), ficando separados à distância de 1,00 m entre eles no viveiro de 1 ano (Figura 3).

Antes do transplântio, a área (solo) entre os sacos é tratada com uma aplicação de herbicida à base de glifosato a 1% para facilitar os tratos culturais e evitar a concorrência de erva invasora. Os sacos devem

Figura 3 – Transplântio de mudas de palma de óleo do pré-viveiro para o viveiro
(Foto do Autor)



Tabela 1 – Atividades desenvolvidas no pré-viveiro

Atividade	Periodicidade	Observações
Irrigação	Diária	Manual – regador ou mangueira Motobomba – miniaspersores
Monda	Semanal	Manter as mudas livres de concorrência com ervas indesejáveis
Adubação Foliar	Semanal	1ª adubação após a 4ª semana; a partir daí, semanalmente
Pulverizações Preventivas	Quinzenal	Inseticida + fungicida, alternando os produtos (contato e sistêmico)
Aplicação de Formicida		Dependendo da necessidade

Figura 4 – Viveiro para produção de mudas definitivas de palma de óleo (Foto do Autor)



ser irrigados para facilitar a abertura das covas com dragas boca de lobo, onde são transplantadas as mudas do pré-viveiro; o transplante deve ser precedido de adubação com fertilizante à base de rocha fosfatada na proporção de 30 g por muda, tomando-se cuidado para não quebrar o “torrão” que envolve as raízes, além de não deixar que se formem bolsões de ar. As mudas devem ficar ligeiramente enterradas, 1 cm em relação ao coleto, pois, com o assentamento do substrato e a irrigação, existe uma tendência de tombamento se essa medida não for adotada (Figura 4).

Dependendo do tamanho do viveiro, as mudas do pré-viveiro são transportadas em carretas atreladas a tratores que fazem o desembarque próximo ao canteiro, onde são embarcadas em carrinhos de mão para distribuição ao lado dos sacos.

Nessa fase, as mudas ficam por 12 meses, e alguns tratamentos descritos a seguir são indispensáveis para o sucesso do viveiro:

- IRRIGAÇÃO – existem vários sistemas para atender a essa necessidade, como pivô central, aspersão subco-

pa, miniaspersão, etc. Em geral, o equipamento deve ser dimensionado para suprir o correspondente a uma lâmina de água de 8 mm/dia. Contudo, rotineiramente são feitas aferições com pluviômetros a partir de diversas distâncias dos aspersores para comprovar se realmente existe uma uniformidade na área que está sendo irrigada, pois, do contrário, haverá mudas malformadas, raquíticas, desuniformes e, em alguns casos, a falta de água por um período prolongado pode levar à morte da planta.

- CAPINA QUÍMICA – dependendo do grau de infestação de ervas no solo, é feita a aplicação com herbicida glifosato a 1%, sendo utilizado, também, o herbicida oxyfluorfen, pré-emergente a 0,50%.
- MONDA – consiste na retirada das ervas indesejáveis da boca dos sacos. Nos primeiros meses após o transplante, é feita semanalmente. Contudo, conforme o crescimento das mudas, o intervalo passa ser quinzenal; nos últimos meses do viveiro,

essa prática não é realizada.

- **ADUBAÇÃO** – decorridos 15 dias do transplântio, é iniciada a adubação utilizando a formulação NPK + Mg 18-18-18 + 2,5, com a seguinte rotina de aplicações: 10 g – do 1º ao 3º mês; 15 g – do 4º ao 6º mês; 20 g – do 7º ao 9º mês; e 25 g – do 10º ao 12º mês. Faz-se, também, um complemento com boro e kieserita. É necessário ter cuidado para que a muda não entre em contato direto nem com o fertilizante ou o seu recipiente, nem com as mãos do trabalhador, pois o descuido poderá ocasionar “queima” das folhas, prejudicando o desenvolvimento das plantas.

- **PULVERIZAÇÕES PROFILÁTICAS** – são utilizados os mesmos produtos do pré-viveiro; todavia, as aplicações são feitas quinzenalmente.

Decorridos os 12 meses, procede-se a uma criteriosa seleção das mudas, sendo descartadas aquelas raquíticas, com folíolos não diferenciados, com folíolos inseridos em ângulo agudo, etc.

Preparo da área

Implantação de áreas novas

É realizado um levantamento topográfico no qual são apontadas áreas aptas para o futuro plantio, córregos, igarapés, proteção de mata ciliar, etc. A partir dessas informações, é gerado um mapa, que define o tamanho de cada talhão (parcela) e as estradas. Esses dados são fundamentais para que todo o trabalho mecanizado seja realizado de forma ordenada.

Por força das exigências ambientais, atualmente estão sendo utilizadas somente áreas degradadas, pastagens e capoeirinhas.

Em geral, as linhas de plantio estão direcionadas no sentido norte/sul. Assim

Figura 5 – Preparação de área nova para implantação da cultura da palma de óleo
(Foto do Autor)



Figura 6 – Preparação de área com braquiária (pastagem) para implantação da cultura da palma de óleo (Foto do Autor)



sendo, a primeira área a ser limpa são as estradas, para que a equipe de topografia possa fazer a marcação dos eixos tanto no sentido norte/sul quanto no leste/ocidente, partindo desse ponto todas as demais quadras.

As máquinas pesadas fazem a derrubada da vegetação existente, arrastando também restos de troncos de árvores ainda remanescentes na área. Esses resíduos podem ser “enleirados”, sem obedecer a uma distância pré-determinada, para posteriormente serem queimados ou retirados das quadras, repetindo-se a

Figura 7 – Área com plantio jovem da palma de óleo com cobertura de braquiária
(Foto do Autor)



mesma operação caso haja necessidade; assim, a área fica completamente livre dos resíduos de maior volume. Outra opção é direcionar os restos de vegetação para o empilhamento (intervalo entre duas linhas de plantio), ficando limpa somente a metade da parcela que é chamada de “rua”, por onde são feitos o carreamento dos cachos, a adubação mecanizada, etc. O primeiro sistema é chamado de Mecanização Total da Área e o segundo, de Mecanização Parcial com Empilhamento e Rua (Figuras 5 e 6).

Utilizam-se piquetes de 80 cm de altura para servir de marcação do local exato onde serão plantadas as mudas. O plantio é demarcado na forma de triângulo equilátero (quinconcial) e, de acordo com o material genético, são definidos os espaçamentos de 9,0 x 9,0 m (143 plantas/ha), 8,70 x 8,70 m (153 plantas/ha), 8,25 x 8,25 m (170 plantas/ha), etc. (Figura 7).

Normalmente, no segundo ano após o plantio, é feito o trabalho de terraplenagem e empiçarramento (colocação de cascalho) das estradas que servirão de escoamento da produção. No geral, colocam-se em torno de 1.500 m³ / km nas

vias com tráfego intenso e 750 m³ / km nas demais.

Replantio

A Marborges já iniciou a substituição de seus plantios mais velhos em razão de baixa produtividade, plantas muito altas (>15 m) dificultando a colheita, e problemas fitossanitários (Amarelecimento Fatal – AF). O replantio é feito com mudas de Híbridos Interespecíficos (HIE) – cruzamento de *E.oleifera* x *E.guineensis*, por serem resistentes ao AF. As palmeiras são derrubadas com um implemento agrícola que possui uma lâmina pontiaguda adaptada a uma pá carregadeira que, através de golpes, perfura o estipe, facilitando a queda com um leve empurrão. O rendimento médio oscila em torno de 50 plantas / hora trabalhada.

Como os HIE têm uma baixíssima taxa de pólen fértil, cerca de 7,5% das plantas remanescentes sadias e com bom desenvolvimento vegetativo são mantidas, de modo a auxiliarem na polinização dos cachos; todavia, elas devem estar bem distribuídas para evitar excesso de sombreamento.

Figura 8 – Preparação de área com cobertura de gramíneas para plantio de palma de óleo
(Foto do Autor)



Antes do replantio, é feita a capina química com herbicida glifosato a 1% em toda a extensão das linhas de plantio.

As palmeiras derrubadas são deixadas no empilhamento e as mudas de replantio são colocadas na mesma linha, mas no intervalo entre duas plantas derrubadas.

Cobertura do solo

Tradicionalmente, é recomendado o uso da leguminosa *Pueraria phaseoloides* como cobertura, alegando-se as seguintes vantagens: proteção do solo, controle de ervas daninhas e fixação ao solo de nitrogênio atmosférico. Todavia, as sementes têm custo elevado e não existe muita disponibilidade no mercado. Outro fator importante é sua agressividade, pois qualquer descuido na manutenção, especialmente em plantios muito jovens, pode comprometer seriamente as palmeiras. No período das chuvas, a situação se agrava ainda mais, pois o seu crescimento é muito rápido, havendo necessidade de dobrar o número de coroamentos, elevando significativamente os custos.

A Marborges tem diversos plantios de palma de óleo em áreas de gramíneas, principalmente com quicuiu, *Brachiaria humidicula*, que, quando bem manejado, tem demonstrado produtividades superiores aos consorciados com *Pueraria*.

As regiões onde é cultivada a palma de óleo se caracterizam por fortes regimes pluviométricos e insolação acima de 2.000 horas. Esses dois fatores conjugados fazem com que o quicuiu, por ter uma relação C/N muito superior à da *Pueraria*, permaneça por mais tempo na cobertura do solo.

Os solos com gramíneas têm mais matéria orgânica, comparativamente aos com leguminosas. As operações de roçagem mecanizada e coroamento químico com herbicida proporcionam a formação de cobertura morta (*mulch*), melhorando a retenção de água; o capim triturado é lentamente mineralizado e disponibilizado para as plantas, havendo, assim, uma melhor eficiência na aplicação dos fertilizantes nesse tipo de cobertura (Figura 8).

Há necessidade de se investigar mais profundamente esse tema para comprovar os resultados obtidos na Marborges.

Plantio

No viveiro, as mudas são embarcadas em carretas atreladas a tratores e desembarcadas no “Pé do Piquete”. Em plantios muito distantes do viveiro, esse transporte é feito em caminhões e as mudas são desembarcadas nas bordaduras das parcelas, sendo transportadas manualmente por trabalhadores (no ombro) até ao local definitivo.

Normalmente, é feita uma adubação de fundação na base de 300 g de rocha fosfatada. Outra equipe vem em seguida e abre as covas com auxílio de um “enxadeco”, separando a terra dos primeiros 15 cm para ser misturada ao fertilizante e colocada no fundo, fazendo-se, então, o plantio propriamente dito. Os mesmos procedimentos e cuidados adotados no viveiro valem também para esta etapa.

Tratos culturais

- REBAIXO – corte da vegetação indesejável com ferramentas tipo terçado (facão), foice, etc. Em geral, nos plantios jovens, são feitos de três a quatro rebaixos por ano e nos adultos, de um a dois.
- COROAMENTO – retirada das ervas invasoras próximas às plantas; pode ser feito manualmente, com terçado, ou quimicamente, utilizando herbicidas. O raio varia de acordo com a idade e o manejo de cada plantação. Normalmente, o número de coroamentos é igual ao número de rebaixos.
- PODA – as folhas da palma de óleo são produzidas em espirais de oito folhas cada uma, oscilando entre 25 a 38 folhas por ano, chegando até 40 na idade jovem e diminuindo para até 18 na idade adulta. Esta operação é muito importante, pois uma plan-

ta que for demasiadamente podada apresentará, 4 meses depois, redução no peso dos cachos; 8 meses depois, aumento dos abortos; e, entre 2 e 2,5 anos depois, efeitos na sexualização, com diminuição das inflorescências femininas (cachos) e aumento das masculinas. Os principais objetivos da poda são: facilitar a visualização dos cachos, evitar a perda de frutos nas axilas das folhas, favorecer a polinização e diminuir os riscos de acidentes.

Na Marborges, a primeira poda é realizada um ano após o início da colheita e os cachos das plantas, depois de podadas, são “roubados”, ou seja, são retirados sem que a folha seja cortada. Essa prática visa garantir uma continuidade na produção, evitando estresse devido ao corte excessivo de folhas. A partir da primeira poda, esta operação é realizada uma vez por ano, normalmente quando a coroa de cachos está bem definida, deixando-se duas folhas abaixo dos cachos verdes e uma abaixo dos cachos maduros. Este critério permite que não sejam retiradas as folhas funcionais.

- POLINIZAÇÃO ASSISTIDA – a palma de óleo é uma planta monoica, ou seja, possui inflorescências masculinas e femininas na mesma planta. Um grande número de insetos participa da polinização; porém, os mais eficazes são originários da África e pertencem ao gênero *Elaidobius*, e entre eles se destaca o *E.kamerunicus*.

Nos HIE, o pólen tem baixo nível de fertilidade e, se não for circundado por palmeiras *E.guineensis*, provavelmente terá uma quantidade exagerada de abortos e cachos malformados; assim, há necessidade de realizar a polinização assistida, que consiste em polinizar manualmente todas as inflorescências femininas em antese planta a planta no intervalo de dois em

dois dias. Apesar de a operação ser onerosa, essa prática tem retorno econômico, já que existe um incremento substancial na produção de cachos.

Visita fitossanitária

Concluído o plantio, uma equipe de trabalhadores treinados faz rondas mensais, quinzenais ou semanais, dependendo da situação, informando irregularidades como ataques de roedores e falhas, além de plantas tombadas, mortas, mal plantadas, raquíticas, atacadas por pragas e doenças, com deficiência nutricional, etc.

Para facilitar a localização dos problemas detectados, são informados pelos fiscais fitossanitários, através de nomenclaturas, o nome da parcela, o número da linha e o da planta. Outra equipe é designada para resolver cada situação especificamente.

O principal problema fitossanitário existente na Marborges diz respeito ao Amarelamento Fatal – problema de origem desconhecida que já dizimou diversas plantações na América do Sul, existindo

ainda controvérsias se é biótico ou abiótico. Até o momento, o material HIE apresenta resistência e se constitui na única alternativa para replantio de áreas afetadas.

Colheita

Essa fase se inicia aos 2,5 anos após o plantio e, nas primeiras colheitas, dependendo da quantidade de cachos, os ciclos podem variar de 12 a 15 dias ou mesmo pode haver apenas um ciclo por mês. Com a regularização do número de cachos, os ciclos passarão a ser de 8 a 12 dias, chegando, no máximo, a 15 dias.

O critério para que o cacho seja colhido é que haja o desprendimento de um a três frutos. O trabalhador que realizará esse serviço deve ser bem treinado para evitar que sejam colhidos cachos verdes, sobre maduros e passados. Em plantios jovens, a ferramenta utilizada é o sacho (parecido com um ferro de cova); quando a planta atinge mais de 4 metros, usa-se a foice malasiana, com extensão de alumínio, que varia conforme a altura da palmeira (Figura 9).

Figura 9 – Cachos de frutos de palma de óleo colhidos manualmente aguardando por carreamento (Foto do Autor)



Carreamento

Na Marborges, o carreamento, que é a retirada dos cachos colhidos de dentro das parcelas até os contêineres, é feito com animais, muares ou bubalinos, atrelados a carroças. Esse sistema vem apresentando rendimentos de 5,8 t / animal / dia. Um trator pode ser substituído por cinco animais, com um impacto bastante positivo não só em termos de investimento, mas também nos prejuízos ocasionados pelo não carreamento dos cachos em caso de pane no equipamento.

Coleta de frutos soltos

Quando os cachos são colhidos, desprende-se uma grande quantidade de frutos que possuem alto teor de óleo; porém, se não forem coletados rapidamente, haverá aumento da acidez (ácidos graxos livres), prejudicando a qualidade do produto. Esse serviço é realizado com a coleta manual dos frutos (catação), que são embalados e transportados em sacos de 45 a 50 kg de dentro das parcelas para sua bordadura, embarcados em caçamba basculante atrelada ao trator e descarregados em contêineres.

Transporte da produção

É realizado por caminhões, que fazem o recolhimento dos contêineres e transportam a produção até a fábrica, onde é executada a pesagem e são informados o número do contêiner e o nome da parcela. Através desses dados, é possível ter um controle da produção de todos os plantios por quadra.

Adubação

O sistema de adubação utilizado pela Marborges é de reposição nutricional, tomando como base o que é extraído pela planta dos principais nutrientes para produzir uma tonelada de cacho e levando também em consideração resultados de

análises foliares.

Os valores são calculados de acordo com a idade das palmeiras e a expectativa de produção para cada plantio. Como o fertilizante aplicado não é 100% aproveitado pelas plantas, é atribuído um índice de eficiência para cada nutriente de tal maneira que todos os elementos fiquem equilibrados e balanceados.

Nos dois primeiros anos de plantio, a adubação é feita manualmente; a partir do terceiro ano, é mecanizada, com o uso de adubadeiras atreladas a tratores. Contudo, quando houver necessidade de se colocar baixas dosagens de fertilizantes, especialmente micronutrientes, como a adubadeira não pode ser regulada para esse fim, a aplicação é feita de forma manual.

Distribuição de resíduos industriais

Os resíduos produzidos pela indústria são: cachos vazios ou buchas, fibras, casca de nozes, torta de palmiste e efluente. Todos retornam para o campo e fazem parte do programa de adubação da plantação.

São realizadas análises químicas desses produtos e, a partir desses dados, são utilizados os mesmos critérios de reposição nutricional por exportação. Dependendo da quantidade de cada resíduo que for aplicada, há necessidade de se fazer uma complementação com outros fertilizantes.

Parte da fibra e da casca é utilizada como combustível da caldeira. A torta de palmiste também é consumida pelos animais de trabalho.

Os cachos vazios e as fibras são distribuídos com animais (muares) atrelados a carroças basculantes, que depositam esses resíduos nas linhas de plantio entre uma planta e outra (Figura 10).

A casca normalmente é usada como

Figura 10 – Distribuição de cachos vazios e fibras nos palmares (Foto do Autor)



cobertura morta nos viveiros ou, quando misturada à torta de palmiste, é aplicada no campo com adubadeiras.

O efluente é transportado de caminhão da indústria para o campo e aplicado no interior das ruas das parcelas com tanque a vácuo acionado por trator (Figura 11).

Controle de qualidade

O principal objetivo é estabelecer critérios para que as atividades agrícolas sigam normas pré-estabelecidas. Esse trabalho é feito por uma equipe treinada e independente que, através de amostragens de campo, aponta as falhas existentes e o grau em que estão ocorrendo para que sejam corrigidas imediatamente.

A seguir, apresenta-se um resumo por atividade e os respectivos índices aceitáveis:

COLHEITA E CARREAMENTO

- Cacho Maduro – um fruto solto a 50% de debulha. Mínimo de 90%;
- Cacho Sobre Maduro – 51 a 75% de debulha. Máximo de 4%;
- Cacho Passado – debulha acima de 75%. Máximo de 1%;
- Cacho Duro – cacho com frutos com a coloração alaranjada ou avermelhada; porém, sem nenhum fruto solto. Máximo de 1%;
- Cacho Verde – cacho com polpa de coloração verde-clara, sem sinais de óleo. Máximo de 0,2%;
- Cacho Enfermo – cacho com anomalias diversas, como maduro de um lado e seco no outro, etc;

Figura 11 – Distribuição de efluentes de indústria em palmares (Foto do Autor)



- Cacho com Maturação Desuniforme – cacho com parte dos frutos maduros e o restante verde;
- Cacho Verde com Aborto – cacho verde, porém soltando os frutos e com poucos sinais de óleo;
- Cacho Andrógino – cacho contendo espiguetas de inflorescência masculina e feminina;
- Cacho Esquecido – cacho deixado na planta pelo colhedor. Máximo de 1%;
- Cacho Não Recuperado – cacho deixado na planta pelo colhedor mesmo após o aviso do visitador. Máximo de 0,2%;
- Cacho Mal Posicionado – cachos colhidos que não estiverem na coroa da planta pelo lado da rua (carreamento), mas pelo lado do empilhamento. Máximo de 0,5%;
- Talo Comprido – cacho com talo acima de 1 cm. Máximo de 0,5%.

COLETA DE FRUTO SOLTO

- Fruto Não Coletado – frutos que ficam dentro da parcela após a passagem do catador. Máximo de 1 kg/ha;
- Impurezas – resíduos encontrados junto com os frutos coletados, como pedras, folhas, pedaços de pau, etc. Máximo de 3%.

REBAIXO

- Corte de Ervas Daninhas – o corte das ervas daninhas deverá ser na altura máxima de 10 cm do solo;
- Limpeza de Estipe – retirada das ervas que estão no estipe da planta, como samambaias, puerária, etc;
- Limpeza de Tocos – corte de ervas que cobrem os tocos de árvores re-

manescentes das ruas de plantio;

- Limpeza de Bordaduras – rebaixo das bordaduras das parcelas próximas às estradas e matas.

COROAMENTO E REBAIXO QUÍMICO

- Coroamento – eliminação das ervas daninhas do solo próximo à planta utilizando produtos químicos, com raio previamente estabelecido pelo setor técnico;
- Rebaixo Químico – eliminação das ervas daninhas das ruas de plantio utilizando produtos químicos;
- Devolução de embalagens – todas as embalagens vazias de agrotóxicos devem ser devolvidas para o almoxarifado. Em embalagens como garrafas e carotes, deve ser feita a tríplex lavagem e perfuração no fundo, acompanhando tampa e rótulo. Sacos de papel ou plástico e caixas de papelão devem retornar dentro de saco próprio para lixo.

PODA

- Plantios jovens, no 3º e no 4º ano de colheita – após a poda, não retirar folhas, apenas roubar os cachos;
- Nos plantios jovens, após o 4º ano – a planta deverá ficar com uma média de 48 folhas, ou deixar 2 folhas abaixo do cacho maduro e 3 no cacho verde;
- Nos plantios com mais de 6 anos - deverão ficar com 40 folhas, ou 1 folha abaixo do cacho maduro e 2 do cacho verde;
- Na época das chuvas – as folhas cortadas devem ser arrumadas no empilhamento acompanhando a linha de plantio; no período seco, o pecíolo deve ficar virado para o lado do empilhamento e a ponta da folha, na

direção da rua (melhorar a eficiência da adubação).

ADUBAÇÃO

- Aplicação manual em plantios sem colheita – a aplicação deve ser feita na coroa em círculo no terço final das folhas;
- Aplicação manual em plantios em colheita – a aplicação deve ser feita na ponta das folhas, sobre as folhas na direção do empilhamento;
- Aplicação mecanizada – as bocas de aplicação das adubadeiras devem estar sempre direcionadas para o empilhamento, desligando a esteira quando houver falhas de plantas. Ao terminar uma rua, as esteiras devem ser desligadas e ligadas somente no início da outra, evitando jogar adubo na estrada.

DISTRIBUIÇÃO DE RESÍDUOS INDUSTRIAIS

- Fibra e Cacho Vazio – a partir da saída da indústria para o campo, esses resíduos não devem passar mais de dois dias na estrada, obedecendo à programação de sequência de parcelas e quantidade por planta pré-estabelecida;
- Torta e Casca de Palmiste – a torta de palmiste deve ser aplicada com adubadeira nas ruas de plantios;
- Efluente – verificar a uniformidade da distribuição, observando também se está ocorrendo retorno do produto para as estradas e córregos.

Consórcio com outras culturas e atividades

Com diversos plantios sendo atacados pelo Amarelecimento Fatal (AF) e, como no passado existiam muitas incertezas a

respeito do replantio com HIE devido ao seu baixo teor de óleo e pouca pesquisa, a Marborges resolveu consorciar alguns plantios com espécies florestais nativas e exóticas com o seguinte objetivo: quando os palmares viessem a ser dizimados pelo AF, já haveria outra atividade estabelecida, garantindo, assim, a continuidade produtiva da área e evitando possível especulação fundiária.

Praticamente todas as espécies nativas não tiveram um bom desempenho e, entre as exóticas, a que mais se destacou foi a *Tectona grandis*, ou Teca, que vem apresentando um excelente desenvolvimento vegetativo; contudo, rotineiramente são realizadas podas para evitar que haja sombreamento nas palmeiras de palma de óleo. Essa experiência ainda está em fase de avaliação, mas, com a perspectiva de boas produtividades dos HIE, não se fez mais nenhum plantio obedecendo a esse modelo.

Nas áreas onde já existiam pastagens estabelecidas e plantio de Teca, foram testadas as criações de ovinos e zebuínos. Esse sistema agrossilvopastoril apresentou resultados satisfatórios; porém, devido à altura das plantas, recomenda-se colocar os ovinos um ano após o plantio e os zebuínos, dois anos, para evitar danos às folhas.

Em áreas de novos plantios, será testado o consórcio com feijão Caupi, *Vigna unguiculata*.

Referências bibliográficas

ALVARADO, A. **Factores que afectan la síntesis de aceite y la tasa de extracción en palma aceitera**. San José: ASD-CR, 1996. (PIPA. Boletín Técnico).

BARCELOS, E.; CHAILLARD, H.; NUNES, C.D.M.; MACEDO, J. L. V.; RODRIGUES, M. do R. L.; CUNHA, R. N. V de; TAVARES, A. M.; DANTAS, J. C. R.; BORGES, R. de S.; SANTOS, W. C. dos. **Dendê**. Brasília: Embrapa – SPI, 1995 (Coleção Plantar).

BARCELOS, E.; NUNES, C. D. M.; CUNHA, R. N. V. da. Melhoramento genético e produção de sementes comerciais de dendezeiro. In: VIÉGAS, I. de J. M.; MULLER, A. A. (Ed.). **A cultura de dendezeiro na Amazônia brasileira**. Belém: Embrapa Amazônia Oriental; Manaus: Embrapa Amazônia Ocidental, 2000.

CORLEY, R. H.V. Oil palm physiology: a review. In: WASTIE, R. L.; EARP, D. A. (Ed.). **Advances in oil palm cultivation**. Kuala Lumpur: ISP, 1995. p. 37-51.

HARTLEY, C. W. S. **La palma de aceite**. Ciudad de México: Companhia Editorial, 1986. 958 p.

MARBORGES. **A cultura do dendê: mercados e possibilidades**. Apresentado na Escola Superior de Agricultura “Luiz de Queiroz”, Universidade de São Paulo, Piracicaba. Disponível em: <http://www.pecege.esalq.usp.br/plantas/2.pdf>

STANLEY, J. O. S. **Produtividade de óleo de palma na cultura do dendê na Amazônia Oriental: influência do clima e do material genético**. 2006. 81 f. Dissertação (Magister Scientiae) – Universidade Federal de Viçosa, Viçosa.

VEIGA, A. S.; FURLAN JÚNIOR, J.; KALTNER, J. F. Situação atual e perspectivas futuras da dendecultura nas principais regiões produtoras: a experiência do Brasil. In: MULLER, A. A.; FURLAN JÚNIOR, J. (Ed.). **Agronegócio do dendê: uma alternativa social, econômica e ambiental para o desenvolvimento sustentável da Amazônia**. Belém: Embrapa Amazônia Ocidental, 2001.

VEIGA, A. S.; SINIMBU, S. P. E.; RAMOS, E. J. A. **Sistema de adubação do dendezeiro por reposição de nutrientes exportados pelo cacho**. Belém: DENPASA, 2001. 30 p.

Cultura da palma de óleo no contexto da agroenergia: biomassa e biocombustível

Wanderlei Antônio Alves de Lima, Wilma Araújo Gonzalez, Luiz Eduardo Pizarro Borges, Paulo César Teixeira, Ricardo Lopes, Raimundo Nonato Vieira da Cunha e Raimundo Nonato Carvalho da Rocha

1. Introdução

A biomassa vegetal é a principal fonte alternativa de energia renovável de pronto acesso, e o Brasil reúne as melhores vantagens comparativas nessa área. A forte demanda atual por fontes de energia alternativas ao petróleo abriu amplas possibilidades para o País que, graças a uma conjugação de fatores naturais, geográficos e políticos, tem potencial para se tornar líder mundial na produção de biocombustíveis. A política de mudança da matriz energética do País determina que as tecnologias para produção de energia de biomassa devem ser pautadas pela sustentabilidade energética, ambiental, social e econômica. Existem diferenças regionais marcantes que devem ser consideradas na elaboração de políticas energéticas, vide a Amazônia, onde, devido à sua dimensão e à dispersão territorial das populações, não são factíveis modelos de geração e distribuição de energia de forma centralizada para grande parte da população.

O Brasil já teve diversas experiências relacionadas ao tema da agroenergia: na década de 20, o Instituto Nacional de Tecnologia (INT) estudou e testou combustíveis alternativos; na década de 70, o

Instituto de Pesquisas Tecnológicas (IPT) e a Comissão Executiva do Plano da Lavoura Cacaueira (CEPLAC) desenvolveram projetos visando ao uso de óleos vegetais como combustíveis, com destaque para o Dendiesel. Ainda nessa década, pesquisadores do Instituto Militar de Engenharia (IME) e do CENPES/PETROBRAS desenvolveram estudos sobre o craqueamento catalítico de óleos vegetais, enquanto pesquisadores da Universidade Federal do Ceará, liderados pelo Professor Exedito Parente, desenvolveram estudos que viabilizaram um novo combustível originário de óleos vegetais: o biodiesel, que gerou processo de patente, atualmente expirado.

Cita-se, ainda, o programa da Comissão Nacional de Energia denominado Programa Nacional de Óleos Vegetais (PRO-ÓLEO), que foi instituído por meio da Resolução nº. 7 de 22 de outubro de 1980. Esse programa estimulou diversos grupos de pesquisa a desenvolverem projetos para a produção de energia a partir de óleos vegetais e foi o ponto de partida para o estabelecimento do ambicioso programa de pesquisas com o óleo de palma, iniciado pela Embrapa em 1980. Em 1986, com a queda do preço do barril de petróleo, esse programa foi descontinuado em nível nacional.

O que difere o momento atual dos anteriores, nos quais o incentivo e o investimento na produção de biodiesel foram momentâneos, é que o foco era principalmente econômico: por isso, só se dava destaque a esses estudos quando o preço do petróleo estava em alta. Não havia ainda consciência e apelo ambiental da sociedade pela mudança da matriz energética em função das mudanças climáticas globais. De qualquer forma, mesmo sem políticas de incentivo, vários grupos de pesquisa deram continuidade aos estudos visando ao desenvolvimento de tecnologias para uso de óleos vegetais com fins energéticos.

O apelo ambiental para substituição da matriz energética – substituição do petróleo por fontes renováveis – tomou força no início da década de 1990, quando países europeus começaram a utilizar o biodiesel. No Brasil, as políticas públicas para estimular a produção e o uso do biodiesel ressurgiram no início dos anos 2000. Em 2002, o Ministério de Ciência e Tecnologia criou uma rede de instituições para estudar a produção e o uso do biodiesel através da reação de transesterificação do óleo de soja com etanol; em 2003, foi instituído um Comitê Interministerial (CI) para estudo da viabilidade do uso do biodiesel no País.

Como resultado do trabalho do CI, o Governo Federal lançou, em 2004, o Programa Nacional de Produção e Uso do Biodiesel (PNPB) e, em 2005, foi publicada a Lei nº. 11.097, que dispõe sobre a introdução do biodiesel na matriz energética brasileira e a criação do Plano Nacional de Agroenergia (PNA). A Petrobras, empresa estatal que controla a produção de petróleo no País, criou, em julho de 2008, a Petrobras Biocombustível, o que demonstra que o biodiesel efetivamente deverá ter importante participação na matriz energética brasileira.

Em 2003, diante do cenário que novamente manifestava interesse pelo uso energético de óleos vegetais, foi iniciada uma parceria entre a Embrapa Amazônia Ocidental (CPAA) e o IME para a utilização do óleo de palma (óleo de dendê) como matéria-prima para a produção de biodiesel por rota etílica. Nessa parceria, a Embrapa contribui com o conhecimento da cadeia produtiva do óleo de palma e o IME, com a tecnologia de transformação do óleo em biodiesel.

O óleo diesel comercializado em todo o Brasil passou a conter, obrigatoriamente, 3% de biodiesel desde 1º de julho de 2008. Esse teor foi estabelecido pela Resolução nº. 2 do Conselho Nacional de Política Energética (CNPE), publicada em março de 2008, que aumentou de 2% para 3% o percentual obrigatório de mistura de biodiesel ao óleo diesel (Agência Nacional do Petróleo, Gás Natural e Biocombustíveis – ANP, 2009). Segundo a ANP, a adição de 3% de biodiesel ao diesel de petróleo não exige qualquer ajuste ou alteração nos motores; portanto, os veículos que utilizam o combustível têm garantia de fábrica, assegurada pela Associação Nacional dos Fabricantes de Veículos Automotores (Anfavea). Em julho de 2009, esse teor foi aumentado para 4%, segundo a ANP. Posteriormente, o marco regulatório foi modificado e já em janeiro de 2010 foi utilizado B5, isto é, 5% de biodiesel em mistura com o diesel (Figura 1).

No caso específico da Amazônia, devido às condições de temperatura, luz e umidade; áreas de clima tropical úmido favorecem a produção de biomassa. Desse modo, acredita-se que as palmáceas oleaginosas, altamente adaptadas e produtivas na região, terão importante papel na produção de bioenergia. Os cultivos perenes, principalmente de palmáceas, são os mais adequados para a produção de bioenergia nas condições agroecológicas

Figura 1 – Marco Regulatório do Programa Nacional de Produção e uso do Biodiesel (PNPB)



da Amazônia, visto que, depois de estabelecidos, são explorados por vários anos sem necessidade de preparo do solo. Proporcionam, ainda, cobertura permanente do solo, evitando que o impacto direto das intensas chuvas provoque erosão e lixiviação.

A cultura da palma de óleo (*Elaeis guineensis* Jacq.) tem grande potencial para contribuir na efetivação da produção de biodiesel/biocombustível na Amazônia, fato já reconhecido pelo governo federal ao definir a palma de óleo como a espécie com potencial para ser usada no âmbito do Programa Nacional de Produção e Uso do Biodiesel (PNPB). Em maio de 2010, o governo brasileiro lançou o Programa de Produção Sustentável de Palma de Óleo no Brasil, colocando a palmeira como produto estratégico para o País: a indústria, os agricultores e o governo federal vêem na cultura da palma de óleo uma atividade econômica com uma série de vantagens e oportunidades.

Cabe ressaltar que a palma de óleo merece destaque na agricultura bioenergética por apresentar a maior produtividade entre as oleaginosas (4 a 6 toneladas de óleo/ha/ano). É uma cultura perene que, quando plenamente estabelecida, protege o solo contra erosão, apresenta relativamente baixo custo de produção do óleo, produz durante todo o ano e tem possibilidade de exploração por longo prazo. Possui, ainda, grande capacidade de fixação de carbono; alta eficiência na conversão energética, com balanço energético altamente positivo; e gera, também, subprodutos com uso energético (cascas, fibras e efluentes de usina de processamento de cachos).

Apesar de algumas experiências realizadas com óleo de palma para fins energéticos, tanto para uso como combustível em veículos automotores como em motores estacionários, sua participação na matriz energética ainda é pequena, destacando-se a produção de biodiesel pela empresa Agropalma. Os fatores que contribuem para essa pequena participação, apesar do potencial que apresenta, estão mais relacionados a questões de oportunidade de mercado (valores pagos pela indústria de alimentos são mais vantajosos) e restrições à expansão do cultivo (legislação ambiental de uso de terras na Amazônia e financiamento adequado às características da cultura) do que a questões técnicas do processo de produção do biodiesel.

2. Óleo de palma como matéria-prima

2.1. Extração e características do óleo de palma

A extração do óleo dos cachos de palma de óleo é realizada por processos puramente físicos, sendo basicamente: esterilização, debulhamento, digestão, extração (prensagem), decantação e coleta do óleo. O processamento resulta na produção do óleo de dendê, conhecido no mercado internacional como óleo de palma (*palm oil*), e do óleo da amêndoa (endosperma), conhecido como óleo de palmiste (*palm kernel oil*), além de cachos vazios, fibras, cascas, torta de palmiste e

efluentes líquidos (Tabela 1). A relação entre as quantidades dos tipos de óleo é de aproximadamente nove de óleo de palma para uma de óleo de palmiste.

Tabela 1 – Produtos e subprodutos resultantes do processamento de cachos de palma de óleo (Fonte: KALTNER; FURLAN JÚNIOR, 2000).

Produtos/ subprodutos	Participação no peso de cachos processados (%)
Óleo de palma bruto	20,0
Óleo de palmiste	1,5
Torta de palmiste	3,5
Cachos vazios	22,0
Fibras	12,0
Cascas	5,0
Efluentes líquidos	50,0

O óleo de palma tem amplo uso na indústria de alimentos, farmacêutica, química e também siderúrgica, além de ter grande potencial na produção de energia renovável. O balanço entre ácidos graxos saturados e não saturados do óleo de palma, associado ao seu alto conteúdo de vitamina E, o torna um óleo relativamente estável. O insaturado é, principalmente, o ácido oleico monoinsaturado (40%) e os saturados consistem em 44% de ácido palmítico e aproximadamente 5% de ácido esteárico. Por meio de processos físicos, tanto o óleo de palma como o de palmiste podem ser separados em duas partes: uma líquida, a oleína, e outra sólida, a estearina. Essa composição confere ao óleo de palma uma consistência semissólida, o que lhe dá maior flexibilidade para produzir grande variedade de produtos.

2.2. Acidez da matéria-prima

A análise da matéria-prima, neste caso o óleo de palma, é fundamental para se definir o procedimento e o processo para a produção de um biocombustível. De acordo com a técnica, para que se consiga produzir um biodiesel que atenda às especificações da ANP, deve-se utilizar como insumo um óleo vegetal com, no máximo, 1% de acidez. Portanto, a primeira etapa para a produção de biodiesel, independentemente do tipo de óleo vegetal, é a determinação da acidez do óleo.

Os óleos vegetais, especialmente os produzidos a partir de oleaginosas típicas do Norte e do Nordeste do País, possuem, normalmente, elevada acidez. Para o fruto de palma, deve-se levar em consideração a acidez natural do óleo, que é de 2 a 4%, e o alto teor de ácidos graxos saturados, com ponto de névoa acima de 25°C. Nesse aspecto, o índice de acidez torna-se importante, principalmente quando for utilizado o óleo bruto de palma como matéria-prima para a produção do biocombustível.

O índice de acidez do óleo de palma está diretamente relacionado ao período entre a colheita e o processamento dos cachos e, portanto, ao teor de ácidos graxos livres existentes. Dessa forma, torna-se necessário instalar a indústria de extração de óleo o mais próximo possível da plantação. Tal exigência é de ordem técnica, uma vez que os frutos devem ser processados em até 24 horas (ou, no máximo, 48 horas) após a colheita, com riscos acentuados de perda da qualidade do óleo após esse período por causa dos processos enzimáticos de deterioração e aumento da acidez.

O processo de hidrólise dos triacilglicerídeos (componentes básicos do óleo vegetal) que ocorre leva ao aumento do teor de ácidos graxos livres, que são facilmente

separados pela reação de saponificação com uma solução quente de hidróxido de sódio, produzindo o correspondente sal sódico do ácido carboxílico, isto é, o sabão. Consequentemente, o índice de acidez do óleo refletirá no rendimento/ utilização de um ou outro processo na produção de biocombustível.

3. Biocombustível de óleo de palma

No aproveitamento do óleo vegetal para substituição do diesel, três linhas distintas são possíveis:

- 1) utilização direta do óleo vegetal puro ou em mistura com o diesel do petróleo;
- 2) transesterificação, transformando os triglicerídeos naturais do óleo vegetal em monoésteres do etanol ou do metanol (biodiesel);
- 3) transformação do óleo em uma mistura de hidrocarbonetos o mais semelhante possível ao diesel por meio de uma degradação térmica ou catalítica dos triglicerídeos que constituem o óleo vegetal (craqueamento).

A escolha do processo a ser utilizado na produção do biocombustível depende, entre outras coisas, da qualidade da matéria-prima a ser utilizada. O grande desafio consiste em suprir as necessidades energéticas da Amazônia, inclusive em localidades isoladas, definindo um modelo adequado que leve em consideração a logística, as questões ambientais e socioeconômicas, a gestão, o consumo e o preço local do diesel. Uma das possibilidades de atendimento a essas necessidades, como fonte de energia renovável, é o uso de óleos vegetais como biocom-

bustível, quer pelo uso *in natura* ou transformado quimicamente pelo processo de transesterificação e/ou esterificação ou por craqueamento.

Nesse caso, a opção de utilização de biocombustíveis em motores diesel seria o emprego do biodiesel (segundo especificações da ANP) sem necessidade de modificar o motor, ou modificar o motor para o uso direto do óleo vegetal, uma vez que esses motores são sensíveis, principalmente às gomas que se formam durante a combustão do óleo vegetal.

3.1. Utilização do óleo de palma *in natura* para fins energéticos

Ao contrário do biodiesel, em que o óleo sofre transformações para garantir maior eficiência, no caso dos óleos *in natura*, é o motor que passa por algumas modificações para se adaptar ao combustível. No entanto, alguns cuidados devem ser tomados, como o tratamento do óleo antes de sua pronta utilização (remoção de gomas, acidez e umidade).

Existem algumas experiências com o uso energético dos óleos de palmáceas, desde a utilização de óleo *in natura* em grupo motor gerador multicomcombustível (particularmente importante para viabilizar a geração de energia elétrica em pequenas comunidades na região Norte do País), até a produção de biodiesel para uso em motores veiculares e máquinas agrícolas. Segundo LOPES et al. (2008), entre as experiências existentes, cita-se o uso do óleo de palma *in natura* em motores estacionários, a exemplo de dois projetos desenvolvidos na Amazônia: na Vila Boa Esperança, localizada no município de Moju, no Estado do Pará; e na Comunidade Boa União, no município de Presidente Figueiredo, no Amazonas.

O projeto desenvolvido na Comunida-

de Vila Boa Esperança iniciou em 1997 e terminou em 2000, em função da chegada da rede de distribuição de energia da concessionária local. Um grupo motor gerador foi utilizado, com potência de 132 KVA, alimentado com óleo de palma bruto, que gerava energia para ser distribuída através de rede trifásica a 129 residências. O projeto também demonstrou viabilidade econômica, com custo de geração de energia praticamente igual ao da tarifa paga na região para a concessionária de distribuição de energia. As informações são de que, para geração de 1 MWh, são consumidos 290 litros de óleo de palma (LOPES et al., 2008).

No projeto desenvolvido na comunidade de Boa União, foi utilizado um grupo gerador com motor MWM D225-4 de 51 CV, que operou gerando energia elétrica por um ano (4.000 horas) sem que houvesse necessidade de trocar ou modificar quaisquer de seus componentes mecânicos para o funcionamento; apenas foi aumentada a pressão dos bicos injetores (MIRANDA e MOURA, 2000).

3.2 Biodiesel de óleo de palma

O biodiesel é um combustível produzido a partir de óleos vegetais ou de gorduras animais que deve atender à especificação estabelecida pela Resolução ANP n° 07/2008. Esse biocombustível proporciona elevadas reduções na emissão de poluentes, quando comparado com diesel puro, vantagem essa associada ao fato de seu uso provocar decréscimo na emissão de gases do efeito estufa. Apresenta, ainda, propriedades de lubrificantes e índice de cetano (60) superiores ao diesel fóssil.

Através da determinação da qualidade da matéria-prima, é possível definir o tipo de pré-tratamento/processo de produção do biocombustível, que poderá ser a transesterificação por catálise básica/ácida

(homogênea ou heterogênea) e/ou a esterificação dos ácidos graxos livres por catálise ácida, conforme mostra a Figura 2a. Portanto, a escolha do catalisador é um fator importante para o processo, pois ele serve para acelerar a velocidade de reação. O catalisador pode ser ácido ou básico e ainda homogêneo ou heterogêneo. Na catálise homogênea, o catalisador e as matérias-primas estão na mesma fase.

Uma usina piloto de biodiesel, desenvolvida pelo IME, foi instalada em 2006 no CERU (Figura 2b), sendo a primeira usina para produção de biodiesel que usa óleo de palma no Brasil, projeto inovador com a produção de biodiesel a partir do processo de transesterificação etílica. A usina tem capacidade para produzir 1.000 L de biodiesel por batelada, com duração de oito horas. Essa unidade piloto é bem simples e pouco automatizada e, em condições ideais de pessoal e de investimentos, principalmente na parte de manutenção do campo, pode funcionar com capacidade de até 3.000 L/dia (três bateladas por dia). A usina possui uma unidade de recuperação de etanol por meio de peneira molecular. Além disso, salienta-se que o vapor utilizado na usina de biodiesel é proveniente da caldeira da unidade de extração de óleo de palma, minimizando os custos de instalação e operação (GONZALEZ et al., 2008).

Atualmente, a Agropalma S/A é a única empresa na Amazônia com produção em escala e comercialização de biodiesel de óleo de palma, denominado "Palmdiesel", que é produzido por esterificação, por rota metílica, dos ácidos graxos retirados do processo de refino do óleo de palma. Segundo a Empresa, além da vantagem de aproveitar os ácidos graxos retirados no refino, que são subprodutos da agroindústria, o processo de produção empregado resulta em combustível mais puro, isento de glicerina, e mais barato que o biodiesel

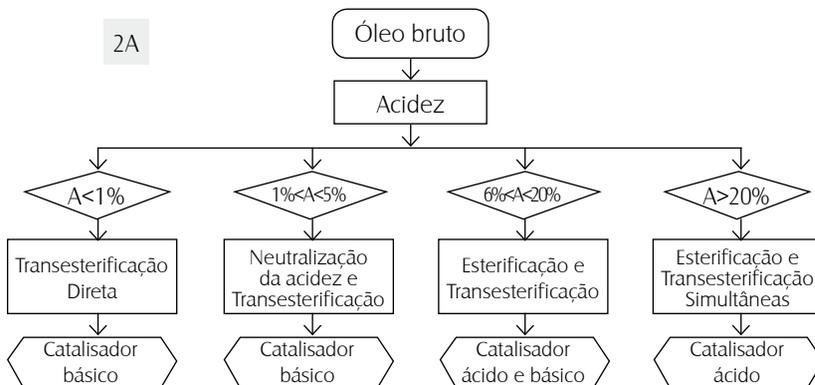


Figura 2 – Produção de biodiesel a partir do óleo de palma:

(a) esquema do processo de produção de biodiesel (A = acidez);
 (b) unidade piloto para produção de biodiesel por transesterificação etílica, desenvolvida pelo Instituto Militar de Engenharia e instalada no Campo Experimental do Rio Urubu/Embrapa Amazônia Ocidental (Foto: Wanderlei Antônio Alves de Lima).



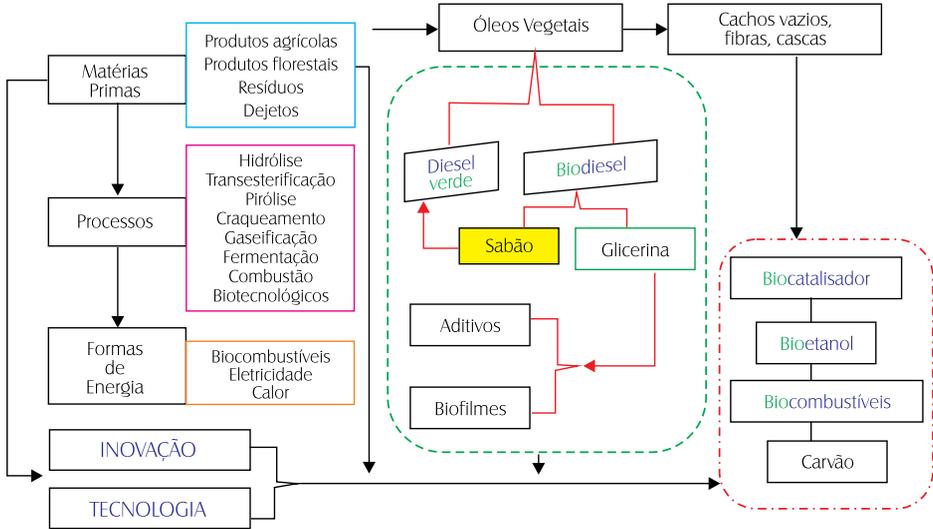
produzido a partir do óleo (AGROPALMA, 2009). A produção de biodiesel na empresa foi iniciada em 2005, atingindo mais de 5.000 toneladas/ano, volume comercializado nos leilões da ANP.

Ressalta-se ainda que, ao se propor o biodiesel como solução energética para a Amazônia através do uso da biomassa para a geração de energia descentralizada, deve-se considerar a toxidez do metanol usado no processo de transesterificação e/ou esterificação. Assim, é necessário ter cautela, principalmente quando se envolve a comunidade no processo de produção.

4. Prospecção de processos na cadeia produtiva da palma de óleo

Com o objetivo de otimização da cadeia produtiva da palma de óleo, estão sendo prospectados vários processos de aproveitamento de resíduos de biomassa, efluentes, subprodutos e/ou coprodutos de processos, e outros produtos que possam agregar valor à cadeia produtiva da palma de óleo (Figura 3). Essas experiências, conduzidas pelo IME, serão descritas a seguir, segundo Gonzalez et al. (2008).

Figura 3 – Visão esquemática da prospecção de processos de aproveitamento de coprodutos na cadeia produtiva do biodiesel de óleo de palma



4.1. Produção de biocatalisador a partir de efluentes sólidos

Esta pesquisa estudou a viabilidade de utilização das cinzas provenientes da biomassa (fibras e endocarpo) queimada na caldeira da usina de processamento de cachos como catalisador no processo de produção do biodiesel. A finalidade é otimizar o processo por meio do aproveitamento do rejeito sólido da palma como matéria-prima para a substituição de catalisadores convencionais usados na reação de transesterificação (Figura 4).

Cinzas de fibras e de cachos vazios de palma, obtidas no laboratório do IME, foram calcinadas a 550°C, com taxa de 5°C/min durante aproximadamente 16 horas.

As análises químicas desses efluentes sólidos mostraram o alto teor de metais alcalinos e alcalinos terrosos, responsáveis pela basicidade do material, o que possibilita o seu uso como catalisador na reação de produção de biodiesel (SILVA, 2005). Os resultados indicaram que a utilização das cinzas permite conversões em biodiesel superiores a 92% (Tabela 2). Isso se deve, provavelmente, ao alto teor de álcalis presente (acima de 30% de óxido de potássio).

No caso específico da unidade do CERU, em que a planta de biodiesel está ao lado da usina de extração de óleo, a aplicação desse subproduto seria importante devido à dificuldade de acesso aos produtos e ao alto custo do transporte na

Figura 4 – Fluxograma para obtenção das cinzas das fibras e dos cachos de palma

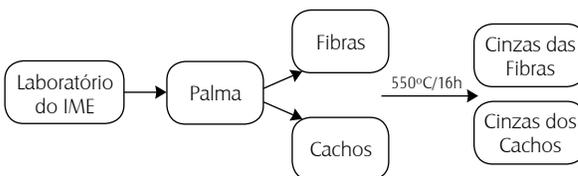


Tabela 2 – Resultados da análise química dos efluentes sólidos da palma

Composição dos efluentes sólidos da palma	
Compostos	Concentração (p/p%)
SiO ₂	11,7 – 46
Al ₂ O ₃	0,4 – 1,1
Fe ₂ O ₃	1,0 – 3,4
P ₂ O ₅	2,4 – 13,5
CaO	3,7 – 12,5
MgO	2,8 – 4,9
K ₂ O	12,0 – 37,0
Na ₂ O	0,1 – 0,6

região Amazônica. Cabe ainda mencionar que o uso dessas cinzas é ecologicamente correto e agrega valor ao processo, pois elas podem ser usadas em substituição ao catalisador básico convencional de hidróxido de sódio.

4.2 Transformação da glicerina por rota biotecnológica

No processo de biotransformação da glicerina proveniente do processo de produção de biodiesel de óleo de palma, foram utilizadas cepas fúngicas (*Paniceilomyces variotii*) retiradas do próprio óleo de palma. Segundo o IME, as cepas isoladas desse fungo são cepas inéditas, encontradas pela primeira vez, nesses substratos. Elas foram submetidas a diferentes condições: temperaturas entre 5 e 45°C no período de 3 a 3.600 horas, com e sem agitação, em presença e ausência de nutrientes.

A biotransformação foi confirmada por diferentes técnicas analíticas, que indicaram a formação de polióis com grande potencial de aplicação na indústria química (SANTOS, 2008).

4.3 Transformação da glicerina por rota química – produção de aditivos

Com o objetivo de associar a necessidade de novas aplicações para o glicerol e gerar aditivos ecologicamente corretos, foi estudada a viabilidade da formação de éteres a partir de dois alcoóis em uma única etapa, a fim de produzir biodiesel sem a necessidade da separação do coproduto das etapas de neutralização e de lavagem, que são normalmente usadas na produção desse biocombustível. A esterificação foi conduzida usando um catalisador heterogêneo do tipo heteropoliânion de Keggin.

As reações de transesterificação e esterificação em uma única etapa para a produção de biodiesel e aditivos mostraram-se promissoras, estando o processo em fase de otimização (SOUZA, 2009).

4.4 Aproveitamento da glicerina – produção de biofilmes

O desenvolvimento de biofilmes tem crescido devido à possibilidade de substituição parcial dos materiais plásticos não degradáveis. Proteínas e polissacarídeos têm sido utilizados para a produção de filmes com boas propriedades mecânicas. Nesse contexto, está sendo estudado o aproveitamento da glicerina e dos subprodutos do processo de produção de

biodiesel por rota etílica para a produção de biofilmes.

O filme obtido a partir da mistura de glicerina, gelatina e etanol apresentou-se flexível, com certa elasticidade, e com espessura na faixa de 15 a 20 μm . Já o filme obtido em presença de solução filmogênica contendo ácido graxo, proveniente do aproveitamento do sabão, gerado no processo de produção do biodiesel, gerou um filme não flexível, heterogêneo, cuja espessura foi de cerca de 3 μm e a tensão de ruptura foi 45,8 MPa.

4.5. Produção de Bioetanol a partir de fibras lignocelulósicas da palma de óleo

A biomassa derivada da produção do óleo de palma é composta de fibras, cachos vazios e cascas e costuma ser utilizada como combustível de caldeira ou como adubo orgânico. No entanto, esse material lignocelulósico pode ser uma fonte de matéria-prima nobre para produção de biocombustível de segunda geração, agregando valor à cadeia produtiva do biodiesel. A morfologia das fibras da palma de óleo foi observada por microscopia eletrônica de varredura e, em comparação com outras fibras vegetais, as fibras da palma de óleo são longas e contínuas, aparentando não formar rede; no entanto, apresentam certa porosidade (RADOMSKI, 2009).

4.6 Produção de biocombustíveis de segunda geração por processo termoquímico a partir de fibras lignocelulósicas da palma de óleo

A biomassa residual da cadeia produtiva do biodiesel da palma de óleo – cascas, fibras, galhos e cachos vazios –, pode ser transformada por tecnologias termoquímicas em biocombustíveis de segunda geração, originando produtos sólidos, líquidos

e gasosos com potencial energético semelhante ao dos combustíveis derivados do petróleo.

A pirólise das fibras dos cachos vazios da palma de óleo gerou biocombustíveis cujas análises foram promissoras. A comparação dos resultados deste biocombustível com os outros combustíveis apresentados no Diagrama de Van Krevelen, mostra que o ideal é que a razão molar de O/C seja próxima de zero e que a razão de H/C fique entre 1,5 e 2,0, pois corresponderia aos combustíveis de origem fóssil – gasolina, querosene e diesel. O bio-óleo usando as fibras de palma de óleo de CERU possui razão de H/C de 1,77 e de O/C igual a 0,15; o poder calorífico superior foi de 34,8 MJ/Kg. Usando-se ainda este diagrama, foi possível classificar o carvão vegetal obtido como do tipo betuminoso (SILVA, 2010).

5. Considerações finais

Embora o custo de produção do óleo de palma permita a produção de biodiesel a preços competitivos com o óleo diesel, o preço pago atualmente pelo mercado de alimentos é muito mais atrativo. Além disso, o País é importador de óleo de palma, necessitando ampliar sua área de cultivo para atender à crescente demanda do mercado interno. Com a expansão dos cultivos, certamente o preço do óleo será reduzido e a produção de biocombustível se tornará mais atrativa. Contudo, para que isso efetivamente ocorra, são necessárias políticas de incentivo ao setor, que devem incluir linhas de crédito adequadas, investimento em infraestrutura e adequações na legislação ambiental e tributária.

A produção sustentável de biodiesel na região Norte deverá ter enfoque, principal-

mente, na realidade regional/local, tanto no sentido de produzir para o consumo regional como no de utilizar na cadeia produtiva a matéria-prima produzida na região, evitando os altos custos de transporte para as outras regiões do País.

Destaca-se a importância do desenvolvimento de tecnologias para a produção regional/local de álcool anidro (matérias-primas regionais ou culturas adaptadas introduzidas na região) e catalisadores, assim como a instalação de miniusinas para atender a demandas de pequena a média escala. Como alternativa para motores estacionários, tem grande potencial a utilização de óleos crus em motores desenvolvidos ou adaptados para essa condição.

6. Referências bibliográficas

AGÊNCIA NACIONAL DO PETRÓLEO (Brasil). **Biodiesel**. Disponível em: <<http://www.anp.gov.br/biocombustiveis/biodiesel>>. Acesso em: 10 jun. 2009.

AGROPALMA. **Palmdiesel**. Disponível em: <<http://www.agropalma.com.br>>. Acesso em: 10 jun. 2009.

GONZALEZ, W. A. et al.. **Biodiesel e óleo vegetal in natura**: soluções energéticas para a Amazônia. Brasília: MME, 2008. 168 p.

KALTNER, F. J.; FURLAN JUNIOR, J. Processamento industrial de cachos de dendê para produção de óleos de palma e de palmiste. In: VIÉGAS, I. J.; MÜLLER, A. A. **A cultura do dendzeiro na Amazônia brasileira**. Belém: Embrapa Amazônia Oriental, 2000; Manaus: Embrapa Amazônia Ocidental, 2000. p.357-374.

LOPES, R. et al. Palmáceas. In: ALBUQUERQUE, A. C. S.; SILVA, A. G. da (Ed.). **Agricultura tropical: quatro décadas de inovações tecnológicas, institucionais e políticas**. Brasília, DF: Embrapa Informação Tecnológica, 2008. p. 767-786. v. 1.

MIRANDA, R. M.; MOURA, R. D. Óleo de dendê, alternativa ao óleo diesel como combustível para geradores de energia em comunidades da Amazônia. In: ENCONTRO DE ENERGIA NO MEIO RURAL, 3., 2000. Campinas. **Anais...** [Campinas: AGRENER, 2000].

RADOMSKI, B. M. **Produção de bioetanol a partir de fibra de dendê (*Elaeis Guineensis*)**. 2009. Dissertação (Mestrado em Química) - Instituto Militar de Engenharia, Rio de Janeiro.

SANTOS, C. M. C. dos. **Uso de fungos na biotransformação de subprodutos do biodiesel**. 2008. Tese (Doutorado em Química) - Instituto Militar de Engenharia, Rio de Janeiro.

SILVA, E. D. da. **Pirólise de biomassa residual de dendê**. 2010. Dissertação (Mestrado em Química) - Instituto Militar de Engenharia, Rio de Janeiro.

SILVA, R. M. da. **Avaliação das cinzas provenientes da queima dos cachos do dendê como catalisador**. 2005. Dissertação (Mestrado em Química) - Instituto Militar de Engenharia, Rio de Janeiro.

SOUZA, R. O. L. de. **Transformação de glicerina por eterificação utilizando catalisadores ácidos**. 2009. Tese (Doutorado em Química) - Instituto Militar de Engenharia, Rio de Janeiro.

