

## Recursos Genéticos de Palma de Óleo (*Elaeis guineensis* Jacq.) e Caiaué (*Elaeis oleifera* (H.B.K.) Cortés)





*Empresa Brasileira de Pesquisa Agropecuária  
Embrapa Amazônia Ocidental  
Ministério da Agricultura, Pecuária e Abastecimento*

# ***Documentos 96***

## **Recursos Genéticos de Palma de Óleo (*Elaeis guineensis* Jacq.) e Caiaué (*Elaeis oleifera* (H.B.K.) Cortés)**

*Sara de Almeida Rios  
Raimundo Nonato Vieira da Cunha  
Ricardo Lopes  
Edson Barcelos*

Exemplares desta publicação podem ser adquiridos na:

**Embrapa Amazônia Ocidental**

Rodovia AM 010, Km 29, Estrada Manaus/Itacoatiara

Caixa Postal 319

Fone: (92) 3303-7800

Fax: (92) 3303-7820

www.cpa.embrapa.br

**Comitê de Publicações da Unidade**

Presidente: *Celso Paulo de Azevedo*

Secretária: *Gleise Maria Teles de Oliveira*

Membros: *Edsandra Campos Chagas, Jeferson Luis Vasconcelos de Macêdo, José Clério Rezende Pereira, Kátia Emídio da Silva, Lucinda Carneiro Garcia, Maria Augusta Abtibol Brito, Maria Perpétua Beleza Pereira, Rogério Perin, Ronaldo Ribeiro de Moraes e Sara de Almeida Rios.*

Revisor de texto: *Maria Perpétua Beleza Pereira*

Normalização bibliográfica: *Maria Augusta Abtibol Brito*

Diagramação: *Gleise Maria Teles de Oliveira*

Capa: *Gleise Maria Teles de Oliveira*

Fotos da capa: *Edson Barcelos, Lucio Rogerio Bastos Cavalcanti, Neuza Campelo, Raimundo Nonato Carvalho da Rocha e Siglia Regina dos Santos Souza*

**1ª edição**

1ª impressão (2012): 300

**Todos os direitos reservados.**

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

**CIP-Brasil. Catalogação-na-publicação.**

**Embrapa Amazônia Ocidental.**

---

Recursos genéticos de palma de óleo (*Elaeis guineensis* Jacq.) e caiaué (*Elaeis oleifera* (H.B.K.) Cortés) / Sara de Almeida Rios ... [et al.] – Manaus: Embrapa Amazônia Ocidental, 2012. 39 p. – (Embrapa Amazônia Ocidental. Documentos; 96).

ISSN 1517-3135

1. Dendê. 2. Caiaué. 3. Recursos genéticos vegetais. I. Rios, Sara de Almeida. II. Cunha, Raimundo Nonato Vieira da. III. Lopes, Ricardo. IV. Barcelos, Edson. V. Série.

CDD 633.851

# **Autores**

## **Sara de Almeida Rios**

Engenheira agrônoma, D.Sc. em Genética e Melhoramento, pesquisadora da Embrapa Amazônia Ocidental, Manaus, AM, sara.rios@embrapa.br

## **Raimundo Nonato Vieira da Cunha**

Engenheiro agrônomo, D.Sc. em Genética e Melhoramento, pesquisador da Embrapa Amazônia Ocidental, Manaus, AM, raimundo.cunha-nascimento@embrapa.br

## **Ricardo Lopes**

Engenheiro agrônomo, Ph.D. em Melhoramento Genético Vegetal, pesquisador da Embrapa Amazônia Ocidental, Manaus, AM, ricardo.lopes@embrapa.br

## **Edson Barcelos**

Engenheiro Agrônomo, Ph.D. em Melhoramento Genético Vegetal, pesquisador da Embrapa Amazônia Ocidental, Manaus, AM, edson.barcelos@embrapa.br



# Apresentação

Esta publicação tem como principal objetivo a descrição de informações acerca da diversidade de recursos genéticos existentes para exploração da palma de óleo africana (dendezeiro) e da palma de óleo americana (caiaué), nos diferentes programas de melhoramento genético. Esforços estão sendo direcionados para que haja aumento da competitividade nacional e sustentabilidade no agronegócio com a palma.

A Embrapa registrou no RNC/Mapa sete cultivares comerciais de palma de óleo e um híbrido interespecífico, dentre os três únicos lançados no mundo, entre a palma de óleo africana e a palma de óleo americana, amparada ainda por uma grande diversidade genética existente em seus dois bancos de germoplasma com essas espécies.

Embora os programas de melhoramento genético disponham de bancos de germoplasma bem diversificados, a base genética das cultivares é estreita. Essa situação é incompatível com a crescente demanda por uma palmiticultura competitiva e sustentável no País, sobretudo após o lançamento pelo Governo Federal dos programas de Produção Sustentável de Palma de Óleo e Produção e Uso de Biodiesel.

O cultivo de palma constitui uma opção para promover a recuperação de áreas desmatadas na Amazônia. Em longo prazo, pode propiciar impactos ambientais positivos, como a fixação de carbono em sistemas agrícolas. Do ponto de vista socioeconômico, além de gerar desenvolvimento, emprego e renda para a região, a expansão dessa cultura poderá substituir as importações de óleo de palma.

*Luiz Marcelo Brum Rossi*  
Chefe-Geral



# Sumário

<b>Recursos Genéticos de Palma de Óleo (<i>Elaeis guineensis</i> Jacq.) e Caiaué (<i>Elaeis oleifera</i> (H.B.K.) Cortés)</b> .....	9
<b>Introdução</b> .....	9
<b>Taxonomia e origem</b> .....	11
<b>Classificação varietal</b> .....	12
<b>Recursos genéticos de palma de óleo</b> .....	14
Origem das principais populações.....	15
Deli.....	15
La Mé.....	16
Yangambi.....	17
Ekona.....	19
Calabar.....	19
Pisíferas de Serdang.....	20
Nigéria.....	20
<b>Recursos genéticos de caiaué</b> .....	21

<b>Características especiais encontradas na coleção do MPOB – Malaysian Palm Oil Board.....</b>	<b>22</b>
<b>Recursos genéticos de palma de óleo e caiaué na Embrapa Amazônia Ocidental.....</b>	<b>24</b>
Recursos genéticos de palma de óleo na Embrapa Amazônia Ocidental.....	24
Recursos genéticos de caiaué na Embrapa Amazônia Ocidental.....	26
<b>Utilização dos recursos genéticos em programas de melhoramento.....</b>	<b>27</b>
<b>Perspectivas futuras.....</b>	<b>30</b>
<b>Referências.....</b>	<b>32</b>

# Recursos Genéticos de Palma de Óleo (*Elaeis guineensis* Jacq.) e Caiaué (*Elaeis oleifera* (H.B.K.) Cortes)

---

*Sara de Almeida Rios*

*Raimundo Nonato Vieira da Cunha*

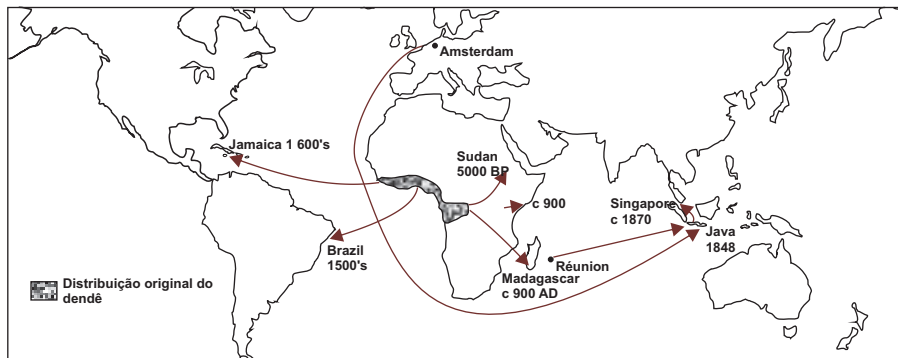
*Ricardo Lopes*

*Edson Barcelos*

## Introdução

A palma de óleo ou dendê (*Elaeis guineensis*) e o caiaué (*E. oleifera*) são espécies pertencentes à família Arecaceae (antiga família *Palmae*) podendo ser cruzadas entre si, com produção de descendentes híbridos interespecíficos férteis. A primeira espécie, juntamente com características favoráveis presentes na segunda, compõe a variabilidade genética explorada pelos programas de melhoramento que objetivam incrementar a produção e qualidade de óleo de palma (óleo de dendê).

A palma de óleo é uma palmeira nativa do continente africano que, no presente, existe na forma selvagem e semisselvagem e é cultivada em três principais áreas do Trópico Equatorial: África, Sudeste da Ásia e América (Central e Sul). Evidências históricas mostram que a dispersão da espécie ocorreu em função da sua domesticação pelo homem (Figura 1). Atualmente, o Sudeste Asiático, representado pela Malásia e Indonésia, é responsável por 85,43% da produção mundial de óleo de palma (FAOSTAT, 2010).



Fonte: Nelson (2010).

Figura 1. Distribuição da palma de óleo na África e sua dispersão pelo mundo.

A cultura tem como característica a produção de dois tipos de óleo: o óleo de palma ou azeite de dendê (extraído do mesocarpo) e o óleo de palmiste (extraído do endosperma). No Brasil, além do uso alimentar, o óleo de palma encontra aplicação industrial em siderurgia, laminação de chapas de aço, banho de estanhagem, nas indústrias de tintas e vernizes, fábricas de sabões, sabonetes, detergentes, velas, produtos farmacêuticos e cosméticos, produtos de confeitaria, entre outros (BARCELOS et al., 1995). Além disso, recentemente, amplia-se o interesse pela produção de biocombustível a partir do óleo dessa espécie.

A palmicultura (dendeicultura) destaca-se entre as demais culturas de espécies oleaginosas por sua alta capacidade de produção de óleo por unidade de área. O rendimento médio da palma de óleo alcança níveis que variam de três a cinco toneladas de óleo/ha/ano (SANTOS et al., 1998), isso para o óleo de palma, o seu principal produto, média esta dez vezes maior que a produtividade da soja (Tabela 1). Em 2010, foram produzidos 45,1 milhões de toneladas de óleo no mundo e a área expandiu 1,7 vezes, entre 1997 e 2010 (FAOSTAT, 2009 e 2010). Logo, o aumento da produção é devido não somente ao aumento da área cultivada como também aos progressos obtidos com o melhoramento genético das cultivares.

**Tabela 1.** Produtividade média (toneladas de óleo/hectare) das principais culturas oleaginosas.

Culturas	Produtividade	Tipo de óleo
Palma de óleo (dendê)	3,68	Óleo de palma
Palma de óleo (dendê)	0,39	Óleo de palmiste
Soja	0,42	Óleo de soja
Coco	0,36	Óleo de coco
Colza	0,60	Óleo de colza
Girassol	0,54	Óleo de girassol
Amendoim	0,41	Óleo de amendoim
Mamona	0,48	Óleo de mamona
Algodão	0,20	Óleo de algodão

Fonte: Adaptado de Oil World (2009)/Veiga et al. (2009).

O Brasil ocupa a décima posição entre os países produtores de óleo de palma e, apesar da pequena participação, teve um aumento de 2,40 para 2,75 toneladas de óleo/ha na produtividade entre os anos de 2000 e 2010 (FAOSTAT, 2010). A produção de óleo também teve aumento expressivo nesse mesmo período, passando de 108 mil para 250 mil toneladas de óleo, numa área que cresceu de 45 mil para 91 mil hectares plantados com a cultura (FAOSTAT, 2010).

## Taxonomia e origem

O gênero *Elaeis*, do grego *elaion* (óleo), pertence à classe *Liliopsida* (Monocotiledônea), ordem *Arecales* (*Palmales*), família *Arecaceae* (*Palmaceae*), subfamília *Arecoideae*, tribo *Cocoseae* (*Cocoinaeae*), subtribo *Elaeidinae*. Esse gênero é composto por três espécies: *Elaeis guineensis* (palma de óleo), *Elaeis oleifera* (caiaué) e *Elaeis odora*. A palma de óleo e o caiaué contêm 16 pares de cromossomos ( $2n = 32$ ) e são as espécies que despertam interesse econômico dentro do gênero *Elaeis*.

A palma de óleo tem origem no Oeste Africano, concentrando-se em Guiné, Serra Leoa, Libéria, Costa do Marfim, Gana, Togo, Benim, Nigéria, Camarões, Gabon, República Democrática do Congo e Angola. Na região Centro-Oeste do continente, tem-se um cinturão de palma de óleo passando pela República do Congo, Tanzânia, Moçambique e Ilha de Madagascar (RAJANAIDU, 1986a). A planta também é conhecida como palma-de-guiné, dendem, palmeira dendem e coqueiro-de-dendezeiro (LORENZI et al., 1996).

O caiaué é encontrado na América passando por Honduras, Nicarágua, Costa Rica, Panamá, Colômbia, Suriname, Equador, Brasil e Peru (RAJANAIDU, 1986b) e desperta grande interesse aos melhoristas de palma de óleo de todo o mundo, o que justifica as prospecções sistemáticas da espécie em seus principais centros de origem.

## Classificação varietal

A classificação varietal mais importante da palma de óleo é baseada nos diferentes tipos de endocarpo dos frutos, os quais são controlados por herança monogênica com interação alélica do tipo codominante. Distinguem-se os tipos Dura (D), que apresenta endocarpo espesso; Tenera (T), com endocarpo de espessura intermediária; e Pisífera (P), no qual o endocarpo é ausente, sendo que o tipo tenera é um híbrido intraespecífico entre as variedades D x P (Figura 2).

A genética dos híbridos intraespecíficos, incluindo o tenera, foi descoberta na República do Congo, estudando-se a característica espessura do endocarpo (do inglês *shell thickness*) para cruzamentos do tipo T x T, os quais apresentavam descendências na proporção de 1D:2T:1P (KUSHAIRI e RAJANAIDU, 2000), sendo:

**Dura:** homozigotos do tipo  $Sh^+Sh^+$ , os quais apresentam endocarpo com espessura entre 2 mm e 8 mm, ausência de anel de fibras ao redor do endocarpo, com 35%-55% de mesocarpo (polpa) (CONCEIÇÃO e MÜLLER, 2000) e conteúdo de endosperma entre 5% e 10%. A sua ocorrência em palmas de óleo naturais é de 96%.

**Tenera:** hererozigotos do tipo  $Sh^+Sh^-$  possuindo fenótipo intermediário entre os tipos dura e pisífera e com endocarpo entre 0,5 mm e 4 mm de espessura, em média, inferior a 2 mm (CONCEIÇÃO e MÜLLER, 2000). Apresentam um típico anel de fibras que pode ser verificado no mesocarpo ao redor do endocarpo quando realizado o corte transversal do fruto. A proporção de mesocarpo no fruto varia de 75%-85%, proporção superior à verificada no tipo dura, o que resulta em maior rendimento de óleo na polpa. A sua frequência em populações naturais é próxima de 3%.

**Pisífera:** homozigotos  $Sh^+Sh^+$  em geral apresentam alta esterilidade feminina, embora sejam encontradas plantas pisíferas férteis com produção frequente de frutos. Os frutos, quando produzidos, apresentam apenas vestígios de endocarpo e também possuem anel de fibras no mesocarpo, este último representando 95% do fruto. Para a produção de sementes das cultivares comerciais do tipo tenera, o tipo pisífera é explorado como fonte de pólen nos cruzamentos do tipo D x P, os quais originam 100% T (Tabela 2). A frequência desse tipo de planta nas populações naturais é baixa, em torno de 1%.

Foto: Ricardo Lopes



**Figura 2.** Frutos de palma de óleo, classificados da esquerda para a direita, com base na espessura do endocarpo, nos tipos Dura (D), Tenera (T) e Pisífera (P).

**Tabela 2.** Resultados de cruzamentos intraespecíficos em palma de óleo com diferentes tipos de frutos.

Cruzamento	% Dura	% Tenera	% Pisífera
Dura x Dura	100	-	-
Dura x Tenera	50	50	-
Dura x Pisífera	-	100	-
Tenera x Tenera	25	50	25
Pisífera x Pisífera*	-	-	100

Fonte: Corley & Tinker (2003).

\*Pisíferas férteis.

## Recursos genéticos de palma de óleo

Embora os programas de melhoramento genético disponham de bancos de germoplasma bem diversificados, a base genética das cultivares é estreita. Predomina como genitor feminino a origem Dura Deli, reconhecidamente de excelente desempenho. Como genitores masculinos, existe maior diversificação, predominando, porém, as origens La Mé e Yangambi. Esforços de coleta, caracterização e avaliação de germoplasma de *E. guineensis* e *E. oleifera* têm sido realizados para ampliação da base genética e diversificação das origens utilizadas na produção de novas cultivares.

Estudos de diversidade sugerem que o germoplasma de palma de óleo está estruturado geneticamente em três grupos (COCHARD et al., 2009). As populações nativas da África são estruturadas geneticamente em dois grupos provenientes de regiões separadas pelo corredor Togo-Daomé (zona seca que separa regiões de floresta de clima equatorial na África Ocidental). O Grupo I é formado pelas populações oriundas da Costa do Marfim (Oeste do corredor de Togo-Daomé) e o Grupo II pelas populações do Benin, Nigéria, Camarões, Congo, Angola e outras da África Central. O Grupo III é formado pela origem Deli, sendo esta derivada do Grupo II como resultado de sucessivos ciclos de seleção artificial após sua introdução na Ásia. A população subspontânea da



Bahia, Brasil, diferente do que ocorre com a população Deli, não apresenta estrutura genética distinta das populações africanas, isso porque, diferente da última, não foi submetida ao processo de seleção.

## **Origem das principais populações**

### **Deli**

A origem Deli designa populações oriundas de apenas quatro palmas de óleo plantadas no Jardim Botânico de Bogor, na Indonésia, em 1848. Duas dessas plantas têm como origem o Jardim Botânico de Amsterdã e as outras duas provêm das ilhas de Bourbon ou Mauritius, no Oceano Índico. Porém, como a palma de óleo não é nativa dessas ilhas e, ainda, considerando a grande semelhança entre as quatro plantas, é provável que elas tenham sido originalmente produzidas em Amsterdã a partir de sementes levadas da África (PAMIM, 1998).

Inicialmente, as palmas de óleo de Bogor foram utilizadas como plantas ornamentais e somente em 1860 foram realizados experimentos a fim de identificar o potencial produtivo dessa espécie. Um desses experimentos, localizado em Deli, na Sumatra, caracteriza a origem dos materiais denominados “Deli Palma”.

As palmas de óleo Deli constituem-se na base genética dos programas de melhoramento e produção de sementes, tendo sido ponto de partida para programas de diversas empresas (P.T.P. Lama, HVA, SOCFINDO, Lonsum, Gunung Melayu, SOCFIN, etc.) e países (Nigéria, Camarões, Costa do Marfim, Nova Guiné, Colômbia, Costa Rica, etc.) (BARCELOS et al., 2001). Na verdade, as avenidas ornamentadas com palma de óleo em vários estados da Sumatra e Malásia, por volta de 1878, foram fonte de sementes para plantios comerciais na Indonésia e Malásia, e a seleção de plantas individuais nesses plantios forma a base das populações Deli em vários centros de pesquisa do mundo (RAJANAIDU, 1986a).

Os primeiros grandes plantios de palma de óleo, em especial aquele feito em Sumatra no ano de 1911, já caracterizavam a origem Deli como mais promissora que as plantas de origem africana do tipo dura (CORLEY e TINKER, 2003). Em geral, plantas de origem Deli têm como características principais a produção de um pequeno número de grandes cachos (BARCELOS et al., 2000). As cultivares produzidas pela PalmElit, subsidiária que produz e comercializa as sementes Cirad®, têm como origem utilizada como genitor feminino a Dura Deli e como principais ancestrais as plantas: DA300D, LM269 D, DA 128 D, DA 551 D, DA 767 D (PALMELIT DOCUMENTATION, 2012).

Embora Dura Deli seja considerada como uma população de melhoramento de origem restrita (ROSENQUIST, 1986), a separação da população original em diferentes programas de melhoramento por várias gerações, sob diferentes condições ambientais, objetivos e estratégias de seleção, resultaram na formação de mais de uma dezena de populações distintas (CORLEY e TINKER, 2003). Ainda existe importante variação nas populações Dura Deli, tanto para produção de cachos como resistência a doenças. Analisando cruzamentos Deli, Okwuagwu (1996) observou variação genética para produção, número e peso médio de cachos altamente significativa, tanto para cruzamentos entre populações Deli como para cruzamentos entre Deli e outras populações dura. Para resistência a doenças foi encontrada variabilidade para resistência a ganoderma (DURAND-GASSELIN et al., 2005), fusarium (ROSENQUIST et al., 1990) e podridão-da-flecha (DURAND-GASSELIN et al., 2009).

## **La Mé**

A população La Mé resultou de uma pesquisa feita por Houard entre 1924 e 1930 na Costa do Marfim (COCHARD et al., 2000). Foram 99 plantas escolhidas e autofecundadas, sendo as progênies posteriormente plantadas em La Mé (CORLEY e TINKER, 2003). Logo, 21 plantas do tipo tenera foram selecionadas pelo IRHO (Instituto de Pesquisa de Óleos e Oleaginosas), atual Cirad (Centro de Cooperação

Internacional em Pesquisa Agronômica para o Desenvolvimento), destacando-se entre suas descendências a planta LM 2 T, amplamente utilizada como genitor masculino na produção de sementes (BARCELOS et al., 2001). As cultivares Deli x La Mé desenvolvidas pelo Cirad, atualmente produzidas e comercializadas pela subsidiária PalmElit, têm como principais ancestrais as plantas LM 2 T, LM 5 T e LM 10 T (SEMILLAS de PALMA AFRICANA TIPO DELI x LA MÉ CIRAD®), mesmos ancestrais dos genitores masculinos utilizados na produção de sementes comerciais do híbrido interespecífico Coari (oleífera) x La Mé (SEMILLAS de PALMA DE ACEITE ALTO OLEICO TIPO COARI x LA MÉ CIRAD®).

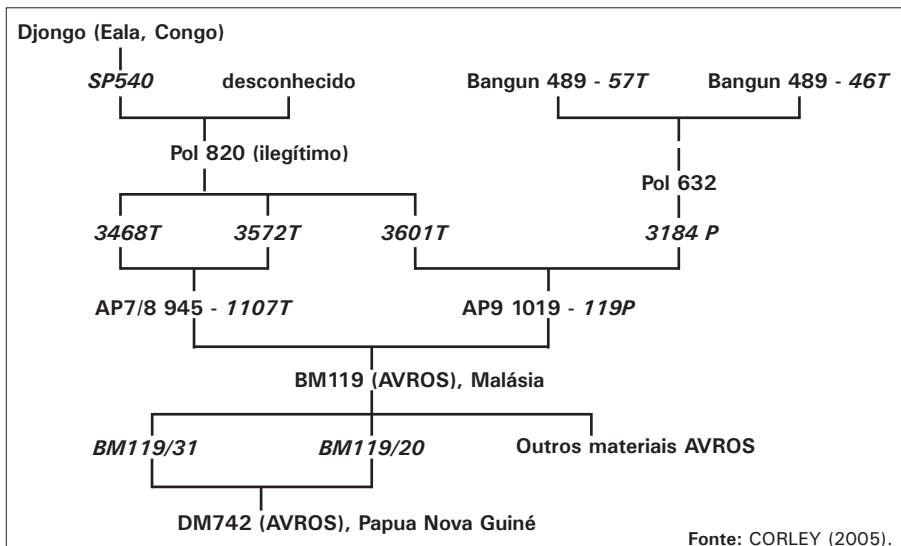
A origem La Mé, composta de plantas do tipo tenera/pisífera, produz grande número de pequenos cachos e plantas com reduzido crescimento em altura do tronco, além de apresentar melhor adaptação a condições subótimas de crescimento do que a origem Yangambi e excelente capacidade de combinação com a origem Dura Deli, que produz pequeno número de grandes cachos (ROSENQUIST, 1986; BARCELOS et al., 2000; STERLING e ALVARADO, 2002). As progênies de origem Deli x La Mé apresentam frutos alongados, endocarpo duro e alta produção de cachos (STERLING e ALVARADO, 2002).

## **Yangambi**

No Congo, uma instituição de pesquisa importante envolvida nos programas de melhoramento foi o Ineac (Institut National pour l'Etude Agronomique du Congo). O estabelecimento do Palmeraie de La Rive em Yangambi, no ano de 1922, foi realizado a partir de dez cachos do tipo tenera, de polinização aberta, sendo um originado da famosa população Djongo, em Eala, e os outros nove, de Yawenda. A partir daí, foram sendo realizados plantios com a seleção negativa para tipos específicos de tenera e eliminação do tipo dura até que se chegou ao tipo de fruto característico de Yangambi (largo e ovoide), com descendentes tenera encontrados em diversas partes do mundo. Porém, com a descoberta da segregação do híbrido tenera, apresentando, em

geral, descendência de 25% do tipo pisífera (Tabela 2), logo se partiu para o desenvolvimento de cruzamentos do tipo D x P e, em 1959, os programas de seleção e melhoramento em Yangambi chegaram ao fim. No entanto, as melhores linhagens Yangambi foram estabelecidas em Binga, alcançando, ainda, países como Costa do Marfim, Nigéria, Camarões, Malásia, Indonésia e Colômbia (ROSENQUIST, 1986).

Uma das palmas de óleo mais importantes foi a SP540, conhecida como variedade Djongo, indicando ser originária de palmeiras Djongo tenera do programa Yangambi (ROSENQUIST, 1986) e, foi essa palmeira, em cruzamento com materiais da estação experimental de Bangun, que originou o material AVROS pisífera (Figura 3), muito utilizado atualmente na produção de sementes na Indonésia, Malásia e Costa Rica (CORLEY e TINKER, 2003). O desempenho de SP540 e AVROS é similar, ambas apresentando altos valores de capacidade geral de combinação (KUSHAIRI e RAJANAIDU, 2000). As cultivares Cirad<sup>®</sup> Deli x Yangambi tem como principais ancestrais de seus genitores masculinos as plantas Yangambi LM718T, LM268T e LM511P.



**Figura 3.** Ancestralidade do material AVROS (o número de palmeira é mostrado em itálico enquanto os demais são códigos de progênies).

A população Ulu Remis tenera originou-se do processo seletivo realizado sobre 52 pisíferas selecionadas, o que, posteriormente, deu início às primeiras pisíferas utilizadas na produção de sementes D x T na Malásia (STERLING e ALVARADO, 2002).

### **Ekona**

A população de plantas Ekona, originada na Estação Experimental de Lobé, em Camarões, foi formada a partir de 18 plantas do tipo dura e 24 tenera, descendidas de 362 palmeiras, selecionadas em 1948 dentre 35 mil indivíduos, considerando a alta produtividade de cachos. Programas de Melhoramento como Sabah, MPOB (Câmara Malaia do Óleo de Palma), Harrison e Crossfield, Guthrie, SOCFIN (Sociedade Financeira de Seringueiros - Camarões), Nifor (Instituto Nigeriano para Pesquisa da Palma de Óleo) e Pamol são alguns dos beneficiados com a genética de Ekona, cuja ancestralidade tinha o objetivo de selecionar plantas altamente produtivas e tolerantes à fusariose (STERLING e ALVARADO, 2002).

### **Calabar**

A população da Nigéria, conhecida como Calabar, originou-se de um plantio de 800 palmeiras no Sudeste do país, dentre as quais nove duras e dez teneras foram selecionadas. Doze dentre as plantas selecionadas foram autofecundadas para formar a população Calabar F1. Outras autofecundações foram realizadas para plantio na estação de Benin, em 1942, e a palmeira 551.256 (Ca 256) é a mais conhecida dentre os materiais de Calabar, principalmente por sua alta produtividade de óleo (BARBOSA e CHINCHILLA, 2003).

Esse material foi introduzido na Costa Rica em 1977, descendente de 17 plantas (11 teneras e 6 duras) não ligadas à origem Deli, selecionadas na Nigéria pelo Nifor em 1960. A palmeira 851.253T e seus descendentes de autofecundação, assim como outras fontes, a exemplo de GHA647 e GHA 648, são exemplos de germoplasma de origem Calabar presentes na Costa Rica (STERLING e ALVARADO, 2002).

## Pisíferas de Serdang

O programa de melhoramento da Estação Experimental de Serdang, por meio de uma cooperação com institutos de pesquisa do leste da África (HADDON e TONG, 1959) contava com a seleção de duas plantas pisíferas férteis, a S 27B e a S 29.36, as quais são muito utilizadas como fonte de pólen na Malásia. S 27B produz alto número de cachos, enquanto que S 29.36 apresenta melhores características de fruto (SOH, 1983).

## Nigéria

No início da década de 1970, o Mardi (Instituto de Pesquisa e Desenvolvimento Agrícola Malaio), atual MPOB, e o Nifor realizaram a coleta de germoplasma em 45 locais na Nigéria. As avaliações realizadas in situ nas plantas coletadas, em média 20 por local, demonstraram a existência de ampla variabilidade, destacando-se a proporção de mesocarpo no fruto, a qual variou de 15% a 79% nas plantas dura e de 16% a 97% nas plantas tenera (RAJANAIDU et al., 1996). Nas avaliações de progênies originadas de coletas realizadas na Nigéria foram encontradas plantas tenera com potencial de produção de mais de 10 toneladas de óleo por hectare e com reduzida taxa anual de crescimento do estipe, entre 15 cm e 25 cm, comparados aos 45 cm-75 cm, em materiais comerciais (Tabela 3) (RAJANAIDU e RAO, 2002).

**Tabela 3.** Alta produtividade e baixa taxa de crescimento do estipe em teneras coletadas na Nigéria.

Nº. do Experimento	Família	Óleo (kg ha <sup>-1</sup> ano <sup>-1</sup> )	Óleo (t ha <sup>-1</sup> ano <sup>-1</sup> )	Altura do estipe (cm ano <sup>-1</sup> )
0, 149	28.17	83,34	12,18	23,1
0, 149	19.11	75,94	11,24	21,5
0, 149	13.05	76,27	11,29	24,0
0, 150	16.21	70,39	10,42	24,9
0, 150	19.13	71,54	10,59	22,5
Material comercial	-	-	5,0	45-75

Fonte: RAJANAIDU e RAO (2002).

## Recursos genéticos de caiaué

A espécie americana *E. oleifera* (H.B.K) Cortés (caiaué) é utilizada como fonte de recursos genéticos nos programas de melhoramento da palma de óleo e, apesar do isolamento geográfico entre as espécies, estas apresentam compatibilidade de cruzamento, com produção de híbridos férteis.

O óleo de caiaué é mais fluido que o óleo de palma devido à maior proporção de ácidos graxos insaturados na sua composição. Porém, apesar das semelhanças com a palma de óleo, sua produtividade de óleo é inferior (RAJANAIDU et al., 2000). Na classificação apresentada por Clement (1999), o caiaué é considerado espécie de domesticação incipiente, conceito aplicado às espécies que têm sido modificadas pela intervenção ou seleção humana. Entretanto, as populações ainda apresentam média fenotípica para a característica alvo (no caso do caiaué, o fruto) dentro da variação presente na população selvagem. Essa condição demonstra que a espécie ainda demanda intenso trabalho de seleção, e em se tratando de uma espécie perene, isso representa algumas décadas de processo seletivo. Além da produtividade inferior, existem outras características que ainda são inadequadas para o cultivo comercial da espécie, como a procumbência. Quando a planta atinge idade próxima aos 15 anos, geralmente ocorre o tombamento do estipe que se apoia ao solo. Progressivamente a parte basal se decompõe e, geralmente, a planta não morre, pois se forma um novo sistema radicular (CUNHA et al., 2012). O inconveniente da procumbência é que a planta passa por um período improdutivo durante sua recuperação, até que se reestabeleça um novo sistema radicular e a coroa se erga novamente.

Apesar de não ser utilizado comercialmente, o caiaué apresenta características de grande interesse para incorporação ao genoma da palma de óleo, o que intensificou a bioprospecção da espécie nas últimas décadas. Várias coleções foram estabelecidas na Malásia, Costa do Marfim, Costa Rica e Brasil (OOI et al., 1994; BARCELOS et al.,

2001; CORLEY e TINKER, 2003). Barcelos et al. (2002) identificaram quatro grupos de populações de caiaué geograficamente distintas: 1. Brasil; 2. Peru; 3. América Central/Norte da Colômbia e 4. Suriname/Guiana Francesa. Moretzohn et al. (2002), estudando caiaué de origem brasileira, encontraram maior variação dentro que entre as populações de estudo e, ainda, as análises de agrupamento não correlacionaram similaridade genética com distância geográfica, porém com consistência para dispersão geográfica ao longo da rede fluvial amazônica.

Já existem cultivares híbridas interespecíficas lançadas por pelo menos três diferentes programas de melhoramento: BRS Manicoré pela Embrapa/Brasil (CUNHA e LOPES, 2010), Coari x La Mé pelo Cirad/França-La Cabaña/Colômbia (PALMELITE DOCUMENTATION, 2012) e Amazon da ASD/Costa Rica (ASD SEMILLAS, 2012). As três cultivares híbridas citadas são descendentes de caiaué de origem brasileira: Manicoré, Coari e Manaus, o que demonstra a superioridade das populações de oleífera do País em relação às demais.

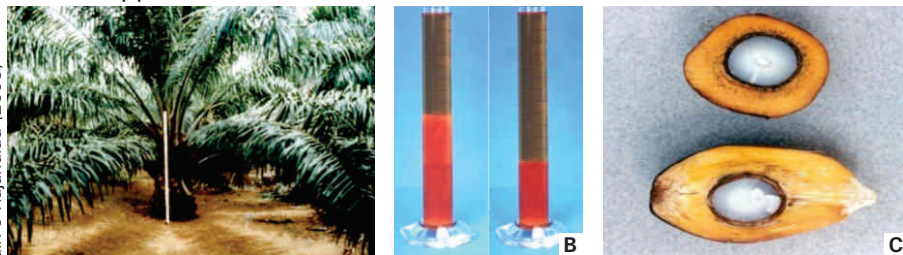
## **Características especiais encontradas na coleção do MPOB – Malaysian Palm Oil Board**

O MPOB possui a mais ampla e diversificada coleção de *Elaeis* spp. no mundo, resultado de inúmeras expedições e intercâmbios e de intenso trabalho de caracterização e avaliação do germoplasma coletado. A partir da avaliação e seleção de sua coleção, o MPOB obteve genótipos com diversas características diferenciadas das encontradas nas cultivares atuais, as quais são úteis tanto para o melhoramento de características tradicionalmente utilizadas como critério de seleção – como rendimento em óleo e altura de planta – como para o desenvolvimento de cultivares direcionadas a nichos de mercado, por exemplo, qualidade do óleo (KUSHAIRI e RAJANAIDU, 2009). Nas Figuras 4 e 5 são ilustradas as características especiais de genótipos (ou populações) da coleção do MPOB. A Tabela 4 descreve as principais



características especiais encontradas nas populações PS do MPOB, a exemplo da PS1, caracterizada pela baixa taxa de crescimento do tronco (40 cm/ano) e a PS4, *E. oleifera* com alto teor de caroteno (> 3000 ppm) (KUSHAIRI e RAJANAIDU, 2009).

Fotos: adaptadas de Kushairi e Rajanaidu (2009)



**Figura 4.** Populações de palma de óleo desenvolvidas pelo MPOB com características especiais: A) Palmeiras anãs PS1; B) Palmeiras PS2 alto índice de iodo (óleo mais insaturado); e C) PS3 com amêndoa larga.



**Figura 5.** Populações de palma de óleo desenvolvidas pelo MPOB com característica especiais: A) Palmeiras PS5 teneras com endocarpo fino; B) PS6 de frutos largos do tipo dura; e C) PS10 com pedúnculo longo.

**Tabela 4.** Características das populações PS1 a PS13\* do programa de melhoramento do MPOB para óleos e produtos especiais de palma de óleo e caiaué.

População Melhorada	Características especiais	Série PS do MPOB	D x P atual
PS1	Crescimento do tronco	40 cm/ano	50 – 75 cm/ano
PS2	Alto valor de iodo	56	52
PS3	Amêndoa larga	10% – 15%	5% – 7 %
PS4	Caroteno ( <i>Elaeis oleifera</i> )	> 3.000 mg.kg <sup>-1</sup>	500 – 700 mg.kg <sup>-1</sup>
PS5	Tenera endosperma fino	2,8% – 7,4%	> 10%
PS6	Fruto largo tipo dura	24 g – 34 g	10 g
PS7	Alto índice de cachos	0,6	0,3
PS8	Teor de vitamina E	1.300 – 2.500 mg.kg <sup>-1</sup>	600 – 1.000 mg.kg <sup>-1</sup>
PS10	Pedúnculo longo	20 cm – 30 cm	10 cm – 15 cm
PS11	Caroteno ( <i>Elaeis guineensis</i> )	2.000 – 2.474 mg.kg <sup>-1</sup>	500 – 700 mg.kg <sup>-1</sup>
PS12	Teor oleico	48% – 52,5%	37% – 40 %
PS13	Teor de fitase	1% – 10%	22% – 73 %

Adaptado de: KUSHAIRI e RAJANAIDU (2009); \*A população PS9 não foi apresentada por ser um material de pupunheira (*Bactris gasipaes*).

## **Recursos genéticos de palma de óleo e caiaué na Embrapa Amazônia Ocidental**

Nos anos 80, a Embrapa e o Instituto Francês IRHO (Institut de Recherches pour les Huiles et Oleagineux), atual Cirad, assinaram um acordo de cooperação técnica para a conservação ex situ de germoplasma de palma de óleo e caiaué e de populações em avançado estágio de melhoramento genético, na Bacia Amazônica. Esses bancos de germoplasma estão entre as grandes e ricas coleções de germoplasma dessas espécies em todo o mundo (BARCELOS et al., 2001; MORETZSOHN et al., 2002) e, ainda, as populações melhoradas serviram prontamente para a produção de sementes comerciais de palma de óleo.

### **Recursos genéticos de palma de óleo na Embrapa Amazônia Ocidental**

A coleção de palma de óleo da Embrapa Amazônia Ocidental ocupa aproximadamente 25 ha, com um total de 330 subamostras (acessos), oriundas de inúmeras regiões, de sete países da África (50 subamostras da coleção do Cirad + 34 subamostras do Porim) e palmeiras subespontâneas da Bahia (246 subamostras) (Tabela 5). Várias dessas subamostras foram introduzidas via Cirad (ex-IRHO) e via MPOB (ex-Porim), com plantio entre 1984 e 2000, caracterizando-se como sendo materiais selvagens, semisselvagens e populações em diferentes estágios de melhoramento genético (Tabela 5).

As 246 subamostras de palmas de óleo subespontâneas da Bahia (Tabela 5) foram originalmente formadas naquele estado, a partir de frutos trazidos pelos escravos em meados do século XVIII, totalizando-se aproximadamente 20 mil hectares no Recôncavo Baiano. Esses acessos representam fonte importante de alelos promissores para o programa de melhoramento genético da palma de óleo.

**Tabela 5.** Subamostras (acessos) do Banco Ativo de Germoplasma de palma de óleo (dendê – *Elaeis guineensis*), pertencente à Embrapa Amazônia Ocidental.

Origens	Nº de subamostras	Nº de plantas	Área da parcela (ha)
<b>Dura</b>			
Dabou Deli	8	263	1,84
Johore Labis Deli	7	279	1,95
Layang Layang Deli	2	82	0,57
Deli "Dumpy" Serdang	3	124	0,87
<b>Subtotal</b>	<b>20</b>	<b>748</b>	<b>5,23</b>
<b>Tenera</b>			
Brasil/Bahia	246	1.262	8,83
<b>Convênio Cirad</b>			
Bingerville	5	216	1,52
Yocoboué	1	44	0,31
Benin Pobé	7	275	1,92
Congo Yangambi	5	184	1,29
Sibiti/La Rive	2	80	0,56
Ekona/Lobe	2	86	0,60
Widikoum	2	60	0,42
Nigeria Aba Calabar	3	126	0,88
Angola Novo Redondo/Salazar	3	117	0,81
<b>Subtotal</b>	<b>30</b>	<b>1.188</b>	<b>8,31</b>
<b>Prospecção Porim</b>			
Nigéria	14	174	1,21
Camarões	6	62	0,43
Congo (Zaire)	8	81	0,55
Tanzânia	6	72	0,49
<b>Subtotal</b>	<b>34</b>	<b>389</b>	<b>2,68</b>
<b>Total (sem bordaduras)</b>	<b>330</b>	<b>3.587</b>	<b>25,05</b>

## Recursos genéticos de caiaué na Embrapa Amazônia Ocidental

A coleção de caiaué da Embrapa Amazônia Ocidental ocupa aproximadamente 29 ha, representada por 238 subamostras coletadas em 53 locais de coleta diferentes na Amazônia Brasileira, ao longo dos rios Solimões, Negro e Madeira, na região de Manaus, AM, e ao longo do eixo rodoviário Manaus-Boa Vista/RR, representando 17 populações distintas (Tabela 6). A coleção do Rio Madeira, origem de Manicoré, é a melhor representada, devido à qualidade das plantas e aos bons índices de germinação.

**Tabela 6.** Subamostras (acessos) do Banco Ativo de Germoplasma de Caiaué (Palma de óleo americana – *Elaeis oleifera*), pertencente à Embrapa Amazônia Ocidental.

Região	Origem	Nº de subamostras	Área (ha)
Rio Solimões	Anori	5	0,77
	Coari	20	3,55
	Manacapuru	1	0,03
	Tefé	6	0,88
	Tonantins	5	0,72
Rio Negro	Acajatuba	9	1,24
	Barcelos	2	0,02
	Moura	11	1,72
Manaus	Careiro	37	3,11
Rio Madeira	Manicoré	65	7,46
	Nova Aripuanã	12	1,41
Rio Amazonas	Amatari	13	1,57
	Autazes	12	1,62
	Maués	16	2,10
Caracaraí	BR-174	15	1,67
	Perimetral Norte	8	0,73
São Bartholomeu x Manicoré RUC 223	-	1	0,13
<b>Total</b>		<b>238</b>	<b>28,73</b>

A ampla variabilidade genética do BAG de caiaué da Embrapa Amazônia Ocidental, com base em caracterizações bioquímicas, moleculares e outras caracterizações (RIOS et al., 2011) já realizadas, tanto no momento da prospecção quanto para as plantas depositadas no BAG, é fator de extrema importância para delinear as estratégias de utilização das subamostras, de prospecções futuras de conservação do germoplasma.

## **Utilização dos recursos genéticos em programas de melhoramento**

A palma de óleo é uma espécie monoica com inflorescências masculinas e femininas separadas na mesma planta e em ciclos alternados, o que caracteriza a espécie como alógama. Logo, o interesse nos programas de melhoramento é concentrar alelos favoráveis em linhagens endogâmicas e, posteriormente, realizar cruzamento entre essas linhagens para produção de híbridos com características complementares, ou seja, explorando-se os efeitos aditivos da capacidade geral de combinação (CGC) e, ainda, os efeitos dos desvios de dominância, característicos da capacidade específica de combinação (CEC).

O método mais utilizado nos programas de melhoramento da palma de óleo é a seleção recorrente recíproca (SRR) (CORLEY e TINKER, 2003), a qual permite concentrar alelos favoráveis em duas populações diferentes, ultrapassando os inconvenientes de correlações significativas indesejáveis e, principalmente, mantendo a variabilidade genética da população. Um exemplo é a utilização da SSR baseada na complementariedade entre os grupos A (Deli, Angola), caracterizados pela produção de pequeno número de grandes cachos e B (La Mé, Yangambi, Yocoboué, Nigéria, Camarões), os quais produzem grande número de pequenos cachos (PURBA et al., 2000).

Cada ciclo de seleção é representado por duas fases: uma é a exploração comercial dos melhores cruzamentos (testcross) em curto prazo, e o seu melhoramento por meio da seleção recorrente dos melhores genitores autofecundados. A outra fase, de recombinação, permite o acúmulo de alelos favoráveis e manutenção da diversidade genética para gerações futuras (BAKOUMÉ e LOUISE, 2007).

Os programas de melhoramento genético de palma de óleo têm como foco a obtenção de materiais com alto potencial para produção de óleo além de outras características desejáveis, como: menor porte, resistência a pragas e doenças e produção de óleo de melhor qualidade.

No Brasil, embora existam expectativas reais para a expansão em larga escala da palmicultura na Amazônia, é necessário desenvolver tecnologias para que esta ocorra de forma segura, competitiva e sustentável. A Embrapa, por meio do seu programa de melhoramento genético da palma de óleo, possui sete cultivares intraespecíficas registradas no RNC/Mapa ([http://extranet.agricultura.gov.br/php/proton/cultivarweb/cultivares\\_registradas.php](http://extranet.agricultura.gov.br/php/proton/cultivarweb/cultivares_registradas.php)) e o híbrido interespecífico (HIE) BRS Manicoré, que é um dos três únicos HIE lançados no mundo (Tabela 7).

A produção de sementes comerciais de palma de óleo, no Brasil, é feita pela Embrapa Amazônia Ocidental e, apesar de as cultivares produzidas serem de alta qualidade genética reconhecida internacionalmente, as pesquisas são contínuas a fim de atender às demandas dos produtores.

Na América Latina, o amarelecimento-fatal (AF) – distúrbio sem causa biótica ou abiótica definida, mesmo depois de três décadas de estudo – tem ameaçado o desenvolvimento da palmicultura, sendo responsável pela destruição de grandes plantações, e a única alternativa atual disponível para replantio em áreas afetadas pelo AF é a utilização do híbrido interespecífico, o qual apresenta tolerância/resistência a esse distúrbio. Essa característica de tolerância/resistência ao AF é herdada

do caiaué, espécie que também é fonte de outros alelos de interesse para a geração de híbridos promissores, a exemplo da resistência a pragas, menor porte e elevado teor de ácidos graxos insaturados, o que traz enormes expectativas para incremento da produção e qualidade de óleo de palma, consequentemente maior sustentabilidade à palmicultura.

**Tabela 7.** Cultivares comerciais de palma de óleo (*Elaeis guineensis*) e híbrido interespecífico (*Elaeis oleifera* x *Elaeis guineensis*) registrados no Ministério da Agricultura, Pecuária e Abastecimento, no Registro Nacional de Cultivares (RNC) até novembro de 2011.

Cultivar	Empresa	Tipo de cruzamento
ASD AM ASD BE ASD CC ASD CG ASD CN ASD DC ASD DG ASD DL ASD DN ASD TE CIRAD DLM CIRAD DLY	Biopalma	Híbrido intraespecífico
BRS C2301 BRS C2328 BRS C2501 BRS C2528 BRS C3701 BRS C7201 BRS C2001	Embrapa	
Compacta Agropalma THAI DLY	Agropalma	
BRS Manicoré Marborges Inducoari 1	Embrapa Marborges	Híbrido interespecífico

Apesar da grande disponibilidade de recursos genéticos, tanto de palma de óleo quanto de caiaué, ao redor do mundo, um dos grandes inconvenientes nos programas de melhoramento é a estreita base genética dos materiais desenvolvidos, já reconhecida por grande parte dos melhoristas. O material utilizado em plantios comerciais tem origem feminina nas quatro plantas do tipo Dura Deli, do Jardim Botânico de Bogor (RAJANAIDU e RAO, 2002). Logo, a ampliação e exploração desses recursos são primordiais para o sucesso da palmicultura. Porém, ainda que prioritária, essa exploração é dificultada principalmente pelo alto custo para avaliação e conservação do germoplasma de palma de óleo e caiaué (ESCOBAR et al., 1996). A exemplo de outras espécies cujas sementes são recalcitrantes, a conservação do germoplasma para o gênero *Elaeis* é feita em bancos de campo (*field genebank collections*) e o arranjo de plantio é de baixo adensamento, totalizando-se apenas 143 plantas/ha, caracterizando grandes áreas para manutenção do germoplasma. Isso, muitas vezes, dificulta a exploração dos recursos genéticos existentes, o que, porém, não desmotiva a busca pela diversidade genética dentro desse gênero, dada a importância da palmicultura mundial nas últimas décadas e, principalmente, o interesse atual pela produção de óleo de palma em território nacional, em função do lançamento do Programa Nacional de Produção e Uso de Biodiesel e do Programa de Produção Sustentável de Palma de Óleo.

## Perspectivas futuras

Prospecções e avaliações de coleções de germoplasma de palma de óleo têm sido realizadas visando determinar a variabilidade genética existente e a potencialidade de uso no melhoramento genético. Apesar das dificuldades na caracterização e manutenção dessas coleções, principalmente por constituírem extensas áreas, genótipos têm sido avaliados a campo, quanto às características morfo e fisiológicas, parâmetros de produção, além da diversidade genética, por meio de isoenzimas (HAYATI et al., 2004), RAPDs (MORETZSOHN et al., 2000), RFLPs (BARCELOS et al. 2002; MAIZURA et al., 2006), AFLPs



(PURBA et al., 2000; YING et al., 2007), microssatélites (NGOOT-CHIN et al., 2010; ZAKI et al., 2010), ESTs (HO et al., 2007; NGOOT-CHIN et al., 2010) e SNPs (LESLIE et al., 2010), nas mais diversas populações de estudo.

A existência de variabilidade genética caracterizada tanto para palma de óleo quanto para caiaué traz expectativas promissoras para os programas de melhoramento genético, com possibilidade de ganho expressivo com as sucessivas gerações de seleção, retrocruzamentos e recombinação, ou seja, permitindo a expansão de uma palmicultura mais sustentável.

## Referências

ASD Semillas. Disponível em: <<http://www.asd-cr.com/paginas/espanol/semillas.html>>. Acesso em: 20 abr. 2012.

BAKOUMÉ, C.; LOUISE, C. Breeding for oil yield and short oil palms in the second cycle of selection at La Dibamba (Cameroon). **Euphytica** v. 156, p. 195–202, 2007.

BARBOSA, R.; CHINCHILLA, C. ASD Oil Palm Germplasm from Nigeria. **ASD Oil Palm Papers**, n. 26, p. 33-44, 2003. Disponível em: <<http://www.asd-cr.com/paginas/english/articulos/bol26-1en.html>>. Acesso em: 16 jan. 2011.

BARCELOS, E.; AMBLARD, P.; BERTHAUD, J.; SEGUIN, M. Genetic diversity and relationship in American and African oil palm as revealed by RFLP and AFLP molecular markers. **Pesquisa Agropecuária Brasileira**, Brasília, DF, v. 37, n. 8, p. 1105-1114, 2002.

BARCELOS, E.; CHAILLARD, H.; NUNES, C. D. M.; MACÊDO, J. L. V.; RODRIGUES, M. R. L.; CUNHA, R. N. V.; TAVARES, A. M.; DANTAS, J. C. R.; BORGES, R. S.; SANTOS, W. C. **A cultura do dendê**. Brasília, DF: EMBRAPA-SPI, 1995. 68 p. (Coleção plantar, 32).

BARCELOS, E.; CUNHA, R. N. V. da; NOUY, B. Recursos genéticos de dendê (*Elaeis guineensis*) e *Elaeis oleifera* disponíveis na Embrapa e sua utilização. In: FURLAN JÚNIOR, J.; MULLER, A. A. (Ed.). **Agronegócio do dendê: uma alternativa social, econômica e ambiental para o desenvolvimento sustentável da Amazônia**. Belém, PA: Embrapa Amazônia Oriental, 2001. p. 131-143.

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

CLEMENT, C. R. 1492 and the loss of Amazonian crop genetic resources. I. The relation between domestication and human population decline. **Economic Botany**, v. 53, p. 188-202, 1999.

COCHARD, B.; ADON, B.; REKIMA, S.; BILLOTTE, N.; CHENON, R. D. de; KOUTOU, A.; NOUY, B.; OMORÉ, A.; PURBA, A. R.; GLAZSMANN, J. C.; NOYER, J. L. Geographic and genetic structure of African oil palm diversity suggests new approaches to breeding. **Tree Genetics & Genomes**, v. 5, p. 493–504, 2009.

COCHARD, B.; ND-GASSELIN, T.; ADON, B. Oil palm genetic resources in the Côte d'Ivoire – composition, assessment and use. Trabalho apresentado no Symposium of Oil Palm genetic resources and utilization, 8-10 June, Malaysian Palm Oil board, Kuala, 2000.

CONCEIÇÃO, H. E. O.; MULLER, A. A. Botânica e morfologia do dendezeiro. In: VIEGAS, I. J. M.; MULLER, A. A. (Ed.). **A cultura do dendezeiro na Amazônia brasileira**. Belém, PA: Embrapa Amazônia Oriental, 2000. p. 31-44.

CORLEY, R. H. V. Illegitimacy in oil palm breeding – a review. **Journal of Oil Palm Research**, v. 17, p. 64-69, 2005.

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

CUNHA, R. N. V. da; LOPES, R. **BRS Manicoré**: híbrido interespecífico entre o caiaué e o dendezeiro. Manaus: Embrapa Amazônia Ocidental, 2010. 4 p. (Embrapa Amazônia Ocidental. Comunicado técnico, 85).

CUNHA, R. N. V. da; LOPES, R.; ROCHA, R. N. C. da; LIMA, W. A. A. de; TEIXEIRA, P. C.; BARCELOS, E.; RODRIGUES, M. do R. L.; RIOS, S.A. Domestication and Breeding of the American Oil Palm. In: BORÉM, A.; LOPES, M. T. G.; CLEMENT, C. R. (Ed.). **Domestication and breeding: Amazon species**. Viçosa: Suprema Editora, 2012. p. 275-296.

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, p. 93-100, 2005.

DURAND-GASSELIN, T.; CORREDOR, J.; SANZ, J. I.; DE FRANQUEVILLE, H.; AMBLARD, P. Future vision of oil palm genetic improvement in Latin America. Trabalho apresentado no XVI International Oil Palm Conference and Expopalma – Challenges in Oil Palm Sustainable Development, 2009.

ESCOBAR, R.; STERLING, F.; PERALTA, F. Oil Palm planting materials by ASD de Costa Rica. Trabalho apresentado no Sourcing of Oil Palm planting materials for local and overseas joint-ventures, Selangor, Malaysia. 1996.

FAOSTAT – Production/Crops. 2010. Disponível em: <  
<http://faostat.fao.org/site/567/DesktopDefault.aspx?PageID=567#anchor>>. Acesso em: 20 jan. 2012.

FAOSTAT – Production/Crop Processed. 2010. Disponível em: <<http://faostat.fao.org/site/636/DesktopDefault.aspx?PageID=636#ancor>>. Acesso em: 20 jan. 2012.

GHESEQUIÈRE, M.; BARCELOS, E.; SANTOS, M. M.; AMBLARD, P. Polymorphisme enzymatique chez *Elaeis oleifera* H. B. K. (*Elaeis melanococca*). Analyse des populations du Bassin amazonien. **Oléagineux**, v. 42, p. 143–153, 1987.

HADDON, A. V.; TONG, Y. L. Oil palm and selection – a progress report. **Malaysian Agricultural Journal**, v. 42, p. 42-47, 1959.

HAYATI, A.; WICKNESWARI, R.; MAIZURA, I.; RAJANAIDU, N. Genetic diversity of oil palm (*Elaeis guineensis* Jacq.) germplasm collections from Africa: implications for improvement and conservation of genetic resources. **Theoretical and Applied Genetics**, v. 108, p. 1274-1284, 2004.

HO, C. L.; KWAN, Y. Y.; CHOI, M. C.; TEE, S. S.; NG, W. H. et al. Analysis and functional annotation of expressed sequence tags (ESTs) from multiple tissues of oil palm (*Elaeis guineensis* Jacq.). **BMC Genomics**, v. 8, n. 381, 2007.

KUSHAIRI, A.; RAJANAIDU, N. Breeding populations, seed production and nursery management. In: BASIRON, Y.; JALANI, B. S.; CHAN, K. W. Advances in oil palm research. **Malaysian Palm Oil Board**, 2000. p. 39-96.

KUSHAIRI A.; RAJANAIDU, N. Current status of oil palm. Planting materials in the world and future challenges. 2009. Disponível em: <[http://www.fedepalma.org/conferencia2009/presentaciones/M1\\_1\\_Armand\\_Kushairi.pdf](http://www.fedepalma.org/conferencia2009/presentaciones/M1_1_Armand_Kushairi.pdf)>. Acesso em: 24 jan. 2011.

LESLIE, O. C.; ONG, P. W.; MAIZURA, I.; RAJINDER, S. Discovery of oil palm SNPS and their application in the characterization of oil palm genetic resources and breeding materials. 2010. Disponível em: <<http://www.biotek.gov.my/nbs2010/program/oral/ac/abstract/day3/Lealie%20oi%20Cheng-Li%20MPOB.pdf>>. Acesso em: 25 jan. 2011.

LORENZI, H.; SOUZA, H. M.; MEDEIROS-COSTA, J. T.; CERQUEIRA, L. S. C.; BEHR, N. V. **Palmeiras no Brasil: exóticas e nativas**. Nova Odessa: Plantarum, 1996. 303 p.

MAIZURA, I.; RAJANAIDU, N.; ZAKRI, A. H.; CHEAH, S. C. Assessment of genetic diversity in oil palm (*Elaeis guineensis* Jacq.) using Restriction Fragment Length Polymorphism (RFLP). **Genetic Resources and Crop Evolution**, v. 53, n. 1, p. 187-195, 2006.

MORETZSOHN, M. C.; FERREIRA, M. A.; AMARAL, Z. P. S; COELHO, P. J. A.; GRATTAPAGLIA, D.; FERREIRA, M. E. Genetic diversity of Brazilian oil palm (*Elaeis oleifera*) germplasm collected in the Amazon Forest. **Euphytica**, v. 124, p. 35-45, 2002.

MORETZSOHN, M. C.; NUNES, C. D. M.; FERREIRA, M. E.; GRATTAPAGLIA, D. RAPD linkage mapping of the shell thickness locus in oil palm (*Elaeis guineensis* Jacq.). **Theoretical and Applied Genetics**, v. 100, n. 1, p. 63-70, 2000.

NELSON, P. Palm oil: scourge on the environment? Disponível em: <[https://www-internal.jcu.edu.au/internal/groups/public/documents/presentation/jcuprd1\\_061201.pdf](https://www-internal.jcu.edu.au/internal/groups/public/documents/presentation/jcuprd1_061201.pdf)>. Acesso em: 06 dez. 2010.

NGOOT-CHIN, TING.; NOORHARIZA, M. Z.; ROZANA, R.; ENG-TI, L. L.; MAIZURA, I.; SUAN-CHOO, C.; SOON-GUAN, T.; RAJINDER, S. SSR mining in oil palm EST database: application in oil palm germplasm diversity studies. **Journal of Genetics**, v. 89, n. 2, p. 135-145, 2010.

OIL WORLD. **Oil World Annual**. Hamburg: ISTA Mielke, 2009.

OKWUAGWU, C. O. The genetic improvement of the Deli dura breeding population of the oil palm *Elaeis guineensis* Jacq. **Elaeis**, v. 8, p. 55-63, 1996.

OOI, C. K.; CHOO, Y. M.; YAP, S. C.; BASIRON, Y.; ONG, A. S. H. Recovery of carotenoids from palm oil. **Journal of the American Oil Chemists Society**, v. 71, p. 423, 1994.

PAMIM, K. A hundred and fifty years of oil palm development in Indonesia: from the Bogor Botanical Garden to the industry. In: OIL PALM CONFERENCE "COMMODITY OF THE PAST, TODAY AND THE FUTURE". **Proceedings...** s.l., 1998. p. 3-23.

PALMELIT Documentation. Disponível em: <  
<http://www.palmelit.com/documentation>>. Acesso em: 24 abr. 2012.

PURBA, A. R.; NOYER, J. L.; BAUDOUIN, L.; PERRIER, X.; HAMON, S.; LAGODA, P. J. L. A new aspect of genetic diversity of Indonesian oil palm (*Elaeis guineensis* Jacq.) revealed by isoenzyme and AFLP markers and its consequences for breeding. **Theoretical and Applied Genetics**, v. 101, p. 956-961, 2000.

RAJANAIDU, N. *Elaeis oleifera* collection in Central and South America. In: WORKSHOP PALM OIL RESEARCH INSTITUTE OF MALAYSIA, 1986, Bangi. **Proceedings...** s.l., 1986b p. 84-94..

RAJANAIDU, N.; KUSHAIRI, A.; JALANI, S. Oil palm genetic resources: collection, evaluation, utilization and conservation. **PORIM – Annual Research Review**, p. 57-90, 1996.

RAJANAIDU, N.; KUSHAIRI, A.; RAFII, M.; HOHD DIN, A.; NAIZURA, I.; JALANI, B. S. Oil palm breeding and genetic resources. In: BASIRON, Y.; JALANI, B. S.; CHAN, K. W. (Ed.). **Advances in oil palm research**. v. 1. [s.l.]: Malaysian Palm Oil Board, 2000. p. 171-237.

RAJANAIDU, N.; RAO, V. R. Managing plant genetic diversity. IPGRI, 2002. Disponível em:  
<<http://www2.bioversityinternational.org/publications/727/pdf/0851995225Ch39.PDF>>. Acesso em: 11 jan. 2011.

RAJANAIDU, N. The oil palm (*Elaeis guineensis*) collections in Africa. In: SOH, A. C; RAJANAIDU, N.; NASIR, M. (Ed.). **International Workshop on Oil Palm Germplasm and Utilization**. Bangi: Palm Oil Research Institute of Malaysia, 1986a. p. 59-83.

RIOS, S. A. ; CUNHA, R. N. V. ; LOPES, R. ; BARCELOS, E. ; TEIXEIRA, P. C. ; LIMA, W. A. A. ; ABREU, S. C. . Caracterização fenotípica e diversidade genética em subamostras de caiaué (*Elaeis oleifera*) de origem Coari. In: CONGRESSO BRASILEIRO DE MELHORAMENTO DE PLANTAS, 6., 2011, Búzios. **Panorama atual e perspectivas do melhoramento de plantas no Brasil**. [Búzios]: SBMP, 2011. 1 CD-ROM.

ROSENQUIST, E. A. The genetic base of oil palm breeding populations. In: INTERNATIONAL WORKSHOP 'OIL PALM GERMPASM AND UTILIZATION' Proceedings... Kuala: Palm Oil Research Institute of Malaysia, 1986. p. 27-56.

ROSENQUIST, E A; CORLEY, R. H. V.; DE GREEF, W. Improvement of *tenera* populations using germplasm from breeding programmes in Cameroon and Zaire. In: WORKSHOP PROGRESS OF OIL PALM BREEDING POPULATIONS, 1990, Bangi. **Proceedings ...** Bangi: Porim 1990. p. 37-69.



SANTOS, M. A. S. dos; D'ÁVILA, J. L.; COSTA, R. M. Q. da; COSTA, D. H. M.; REBELLO, F. K.; LOPES, M. L. B. O comportamento do mercado do óleo de palma no Brasil e na Amazônia. **Estudos Setoriais**, 11. Belém, Pará, 1998. 27 p. Disponível em:

<<http://www.bancoamazonia.com.br/bancoamazonia2/includes/institucional/arquivos/biblioteca/artigos/agronegocios/EstSetorial11.pdf>> .

Acesso em: 06 dez. 2010.

SOH, A. C. **Choice of planting materials**. Casual paper on oil palm. Kuala Lumpur: Incorporated Society of Planters, 1983. 33 p.

STERLING, F.; ALVARADO, A. Historical account of ASD's oil palm germplasm collections. **ASD Oil Palm Papers**, n. 24, p. 1-16, 2002.

VEIGA, A. S.; BORGES, P. P. V.; RAMOS, E. J. A.; PINA, A. J. A. A cultura do dendê – mercado e possibilidade de expansão. In: CÂMARA. G. M. de S. **Soja & Cia**. Piracicaba, SP: Universidade de São Paulo – Escola Superior de Agricultura Luiz de Queiroz – Departamento de Produção Vegetal, 2009. Cap. 3. p. 21 – 42.

YING, S. T.; ZAMAN, F. Q.; LING, H. C.; ITHNIN, M.; RAO, V. Flanking AFLP markers for the virescens trait in oil palm. **Journal of Oil Palm Research**, v. 19, p. 381-392, 2007.

ZAKI, N. M.; ISMAIL, I.; ROSLI, R.; CHIN, T. N.; SINGH, R. Development and characterization of *Elaeis oleifera* microsatellite markers. **Sains Malaysiana**, v. 39. p. 909-912, 2010.





**Embrapa**

---

*Amazônia Ocidental*

Ministério da  
**Agricultura, Pecuária  
e Abastecimento**

G O V E R N O F E D E R A L  
**BRASIL**  
PAÍS RICO É PAÍS SEM POBREZA