



Capítulo 3

RECURSOS GENÉTICOS DE CAIAUÉ

Edson Barcelos¹

Raimundo Nonato Vieira da Cunha²

Bruno Nouy³

Abílio Rodrigues Pacheco⁴

Introdução

O caiaué (*Elaeis oleifera* (Kunth) Cortés) é uma palmeira nativa da América Central e do norte da América do Sul, encontrada freqüentemente em áreas ribeirinhas e, geralmente, associada à presença do homem. O caiaué pertence ao mesmo gênero que o dendê (*Elaeis guineensis*, Jacq.), espécie nativa do continente africano; no entanto não tem, para o amazônida, o mesmo valor econômico-cultural do dendê frente às populações de africanos. O caiaué tem ampla ocorrência na Amazônia Brasileira (Meunier, 1975; Ooi et al., 1981; Barcelos, 1986; Hartley, 1988).

O fruto do caiaué contém no mesocarpo um óleo com características semelhantes aos demais óleos vegetais e, em particular, ao óleo de dendê. Porém, é de qualidade superior, por conter maior proporção de ácidos graxos insaturados: ácido oléico (~ 62%) e ácido linoléico (~ 18%). Essas características conferem ao óleo maior fluidez, apresentando-se líquido na temperatura ambiente de 20° a 25°C (Meunier, 1975; Berger, 1976; Opute & Obasola, 1979; Ooi et al., 1981).

¹Eng.º Agr.º, Dr., Embrapa Amazônia Ocidental, Caixa Postal 319, CEP 69011-970, Manaus, AM. barcelos@cpaa.embrapa.br

²Eng.º Agr.º, M.Sc., Embrapa Amazônia Ocidental.

³Centro de Cooperação Internacional de Pesquisa Agrícola para o Desenvolvimento - Cirad, França.

⁴Eng.º Florestal, M.Sc., Embrapa Sede.

A planta apresenta baixa taxa de crescimento do tronco, em razão, principalmente, do comprimento reduzido dos entrenós. Essa característica lhe confere menor porte se comparado com o dendezeiro, o que poderia reduzir os custos de exploração e prolongar a vida comercial dos plantios. Além disso, tem mostrado resistência variável a diversas pragas e doenças que hoje atacam o dendê. Apesar dessas características vantajosas, o plantio do caiaué é economicamente inviável, dada a baixa produtividade de óleo, quando comparado com a cultura do dendê (Meunier, 1975; Macfarlane et al., 1975; Opute & Obasola, 1979; Hartley, 1988).

O maior valor do caiaué está na facilidade com que se cruza com dendê para produzir híbridos interespecíficos, viáveis e com características intermediárias aos dois parentais.

Problemas ligados a um vigor excessivo dos híbridos, como a má-formação de cachos advinda de problemas de fertilidade e a baixa taxa de extração industrial de óleo, vêm limitando a ampla utilização dos híbridos em plantios comerciais, tornando o seu emprego restrito a áreas com sérios problemas de doenças, como no caso do amarelecimento-fatal (podricion del cogollo, no Equador). A ampla variabilidade genética para todas essas características já foi constatada na espécie americana, e o seu conhecimento poderá possibilitar a eliminação das limitações dos híbridos interespecíficos (Macfarlane et al., 1975; Meunier, 1975; Wuidart & Gascon, 1975; Meunier et al., 1976. Amblard et al., 1995; Barcelos, 1998).

Considerando a importância dos programas de melhoramento genético em andamento nos principais centros de pesquisas de dendê, a Embrapa Amazônia Ocidental vem coletando, avaliando e caracterizando o germoplasma de caiaué de ampla ocorrência na Amazônia Brasileira. O objetivo é contribuir para a solução dos problemas da cultura do dendezeiro, por meio da melhor utilização das características e potencialidades do caiaué no melhoramento genético do dendezeiro.

Assim, o caiaué é uma espécie não domesticada com importância associada à espécie cultivada, o dendezeiro.

Importância da espécie cultivada *Elaeis guineensis*

A palmeira africana apresenta melhor desenvolvimento em regiões tropicais, com clima quente e úmido, precipitação elevada e bem distribuída ao longo do ano. Consta nos relatos dos primeiros navegadores como parte integrante da paisagem e da cultura popular da África, desde o século XV. A utilização do óleo de dendê data do tempo dos egípcios. O dendê foi introduzido no continente americano pelo comércio de escravos, tendo chegado ao Brasil no século XVII, na Bahia.

O fruto do dendezeiro produz dois tipos de óleo, de características e usos diferentes. O óleo de dendê, extraído da parte externa do fruto (mesocarpo), tem maior importância no mercado internacional, onde é conhecido como óleo de palma (*palm oil*). O óleo de palmiste (*kernel oil*), extraído da semente (endosperma + embrião), é produzido em quantidade muito inferior ao óleo de palma (Figura 1). O dendezeiro começa a produzir comercialmente aos três anos após o plantio e produz de 4 a 6 toneladas de óleo/ha/ano na fase adulta, com a produção distribuída durante todo o ano por 25 anos consecutivos.



Fig. 1. Frutos de *Elaeis guineensis*: mesocarpo (A), endocarpo (B) e endosperma + embrião (C).

Os primeiros plantios industriais de dendê datam do início do século XX. A África contava, em 1939, com apenas 14 mil hectares de plantações comerciais, enquanto que, desde 1935, os países do sudeste asiático (Malásia e Indonésia) já eram os primeiros exportadores mundiais de óleo de palma. No Brasil, as primeiras plantações industriais de dendê são do início dos anos 1960, na Bahia e, logo após, no Pará, Amazônia.

A expansão mundial da cultura do dendê foi apoiada por importante esforço de pesquisa agronômica, com um progresso marcante na produtividade: aumento de 315%, entre 1951 e 1991, tomando por base as produções obtidas nas primeiras plantações, feitas com variedades do tipo *Dura*. Esse aumento vem tanto da melhor eficiência no uso de fertilizantes quanto do espetacular progresso do potencial genético das sementes do dendezeiro atualmente produzidas. Entre as oleaginosas cultivadas, o dendezeiro é a planta que apresenta a maior produtividade de óleo por área cultivada, produzindo, em média, dez vezes mais óleo do que a soja. Em condições ecológicas mais favoráveis, chega a produzir 8 toneladas de óleo por hectare/ano.

O óleo de dendê teve, em 1977, uma produção mundial de 3,6 milhões de toneladas e evoluiu para 18 milhões de toneladas em 1998, representando uma evolução de 8% para 18% na produção mundial de corpos graxos. É considerado o segundo óleo mais produzido, depois da soja, com previsões e possibilidades de ocupar o primeiro lugar, ainda no início do século XXI. Essa situação pode ser explicada por algumas características da cultura e do óleo: elevada produtividade, baixo custo de produção, oferta contínua ao longo do ano, versatilidade de usos, preferência na substituição de gorduras animais, ampla aplicação na indústria alimentícia, além das qualidades benéficas para a saúde humana, graças ao seu elevado teor de vitaminas (A e E) e indução a produção de baixos níveis de colesterol maléfico (LDL) pelo organismo.

O Brasil, com a maior disponibilidade de área para expansão da cultura no mundo, poderá, em longo prazo, desempenhar importante papel, assegurando o crescimento da participação do óleo de dendê no mercado internacional, que tem hoje 80% de sua

produção concentrada no sudeste asiático (Malásia e Indonésia). De imediato, o óleo de dendê dispõe de um mercado interno de mais de 80 milhões de brasileiros de baixo poder aquisitivo, que poderão se beneficiar de um produto de excelentes qualidades. A dendeicultura brasileira, com uma área plantada de cerca de 50 mil hectares, apresentou, em 1998, uma produção de aproximadamente 70 mil toneladas de óleo, para uma demanda potencial do mercado nacional de cerca de 300 mil toneladas/ano, neste início de século.

O consumo mundial de óleos e gorduras tende a acompanhar o crescimento da população. Também está diretamente relacionado com a melhoria dos padrões de qualidade de vida nos países em desenvolvimento, deixando clara a necessidade de expansão das fronteiras agrícolas, tanto para a produção de grãos quanto de oleaginosas. Portanto, o óleo de dendê apresenta crescente participação no mercado mundial de óleos e gorduras.

A dendeicultura caracteriza-se como uma atividade agroindustrial, com consideráveis investimentos em infra-estrutura social e utilização intensiva de mão-de-obra, sem problemas de entressafras e com a geração de empregos de boa qualidade, pela alta rentabilidade da cultura. Nesse contexto, o dendê é tido como uma das opções agrícolas que pode tornar realidade o desenvolvimento sustentável na Amazônia, com ganhos econômicos e progresso social, desde que se disponha de uma política governamental de incentivo.

O dendê na fase jovem é associado a leguminosas de cobertura de solo e pode ser considerado um sistema de boa estabilidade ecológica e de baixos impactos negativos ao ambiente. A palmeira adulta possibilita o recobrimento da área e produz considerável número de cachos (Figura 2).

A cultura tem ainda vocação para a conservação ambiental, em conseqüência da utilização contínua das terras por 25 anos ou mais e pelo atendimento das necessidades básicas da população, que normalmente sobrevive da agricultura itinerante ou do extrativismo madeireiro, ambos de considerável capacidade de destruição da floresta e sem nenhuma geração de riqueza ou bem-estar social.



Fig. 2. Palmeira de *Elaeis guineensis* em produção.

Importância do germoplasma selvagem *Elaeis oleifera*

Na América Tropical, o dendezeiro é atualmente ameaçado por diversas pragas e doenças, particularmente pelo amarelecimento-fatal. Trata-se de uma anomalia letal e de etiologia desconhecida que, desde sua aparição na Colômbia, em 1963, já ocasionou a destruição total de diversas plantações. Atualmente, essa anomalia encontra-se disseminada em plantações do Peru, Equador, Brasil, Suriname, Venezuela e Panamá.

Os programas de melhoramento genético do dendezeiro, atualmente em andamento na região de ocorrência do amarelecimento-fatal, buscam principalmente a obtenção de variedades resistentes. Apesar dos esforços de pesquisas por mais de trinta anos, os conhecimentos sobre essa anomalia são ainda muito reduzidos. Até o presente, os geneticistas não conseguiram detectar na espécie africana fonte de resistência para o problema. O único conhecimento sólido existente é o comportamento espetacular do caiaué mostrando resistência completa (Hartley, 1988; Amblard et al., 1995).

Espécie nativa do continente americano, o caiauezeiro (Figura 3) não tem valor comercial por apresentar produção de óleo muito baixa. Contudo, constitui-se em recurso genético valioso para o melhoramento genético do dendezeiro, pela facilidade de hibridação entre as duas espécies e pela tolerância ao amarelecimento-fatal transmitida às descendências. Outros caracteres de elevado interesse também estão presentes, tais como melhor qualidade de óleo, reduzida taxa de crescimento em altura do tronco e boa tolerância a outras pragas e doenças (Hardon & Tan, 1969; Hardon, 1969; Meunier & Hardon, 1976; Meunier et al., 1976; Hartley, 1988).



Fig. 3. Palmeira de *Elaeis oleifera* em produção.

Os híbridos interespecíficos (Figura 4) têm sido apontados como única opção para regiões onde a elevada pressão de doença limita a exploração da cultura do dendezeiro. Porém, até o presente, os híbridos avaliados não são diretamente exploráveis comercialmente, a não ser que se aceitem rendimentos no mínimo 30% inferiores às variedades comerciais de dendê (Amblard et al., 1995).



Fig. 4. Híbrido F₁ (*Elaeis oleifera* x *E. guineensis*) em produção.

Botânica e domesticação

1. Gênero *Elaeis* Jacq.

O gênero *Elaeis* pertence à família *Arecaceae*, tribo *Cocoeae* (*Cocoinae*) e subtribo *Elaedinae*, sendo encontrado nas zonas tropicais úmidas da África e da América. Compreende duas espécies taxonomicamente bem definidas: *E. Guineensis* Jacq., o dendezeiro africano, e *E. oleifera* (Kunth) Cortés, o dendezeiro americano. Outra espécie, *Barcella odora* Traill, anteriormente classificada como sendo do gênero *Elaeis*, é também uma palmeira americana, pouco conhecida e sem interesse econômico (Bailey, 1940; Corley, 1976; Hartley, 1988; Zeven, 1972). O nome genérico *Elaeis* deriva do grego *elaion*, que significa óleo (Hartley, 1988).

As espécies são monocotiledôneas, perenes, monóicas, com produção de inflorescências masculinas e femininas em ciclos alternados em uma mesma planta (Figura 5), induzindo a um sistema de reprodução alógamo. Estudos citológicos e

citogenéticos definiram o número de cromossomos das espécies, $2n = 32$ (Tan, 1976; Schwendiman et al., 1982). A quantidade de DNA nuclear determinada por citometria de fluxo varia, entre e dentro das espécies do gênero, de 3,8 a 4,5 pg por célula diplóide $2n$ (Rival et al., 1997; Bennet & Leitch, 1997; Barcelos, 1998).



Fig. 5. Dissincronia entre inflorescência feminina (A) e inflorescência masculina (B) no gênero *Elaeis*.

2. *E. Oleifera* (Kunth) Cortés - caiaué ou dendezeiro americano

Na Amazônia Brasileira, a espécie é conhecida como **caiaué**, que na língua indígena significa a planta que anda (**corozo** e **noli** nos países de língua espanhola). Sem qualquer pressão de seleção, tem produção razoável de cachos, mas o baixo conteúdo em óleo nos frutos limita o rendimento por hectare.

Ao contrário de seu homólogo africano, o caiaué não foi estudado de maneira sistemática até 1965, quando a nomenclatura da espécie tornou-se esclarecida. Estudos botânicos concluíram que o binômio *E. oleifera* (Kunth) Cortés, proposto por Cortés em 1897, era taxonomicamente o mais correto, considerando as similaridades anatômicas e a facilidade de cruzamento entre as duas espécies, o que oferecia a possibilidade de classificação congênica (Wessels, 1965). Análises citogenéticas

(Schwendiman et al., 1982), de diversidade enzimática (Rajanaidu & Willians, 1977) e de diversidade molecular com marcadores RFLP e AFLP (Barcelos et al., 1997; Barcelos, 1998, Barcelos et al., 2000; Billotte et al., 2000), com base nas duas espécies e seus híbridos F_1 , confirmaram esta classificação congênica.

O caiaué é encontrado exclusivamente na América Tropical, e sua distribuição cobre a área que vai do sul do México até o leste do Estado do Amazonas, no Brasil (Meunier, 1975). Com base nas recentes coletas, a distribuição das populações naturais é representada por uma área de ocorrência descontínua (Figura 6).

Uma particularidade da espécie americana, diferentemente da espécie africana, é sua adaptação às zonas alagadas, ao ponto de as populações tipicamente naturais serem sempre encontradas nessas condições (Blank, 1952; Meunier, 1975; Barcelos, 1986). Portanto, as populações naturais são encontradas nas baixadas alagadas e ao longo de pequenos cursos d'água, enquanto populações subespontâneas ou secundárias estão presentes em áreas desmatadas pelo homem. Geralmente, ocorrem em pequenos grupamentos de palmeiras, que podem constituir-se de poucos ou de mais de mil indivíduos em algumas populações. Não foram encontradas plantas isoladas na floresta ou em clareiras.

As populações brasileiras de *E. oleifera* são freqüentemente encontradas em áreas de solos de origem antropogênica, conhecidas como "terra preta do índio". Essas manchas de solos apresentam características de boa fertilidade, tais como teor elevado de fósforo, cálcio e matéria orgânica. Nesses locais, é comum encontrar abundância de fragmentos de cerâmica, o que permite a associação desses solos à ocupação indígena antiga. Durante uma prospecção para coleta de recursos genéticos na Amazônia Brasileira, 41% das populações encontradas achavam-se sobre esse tipo de solo, de origem antrópica. (Ooi et al., 1981; Barcelos, 1986).



Fig. 6. Ocorrência natural proposta para *E. oleifera*.

***3. E. guineensis* Jacq - dendezeiro africano**

A espécie deve seu nome ao botânico Jacquin, que, em 1763, atribuiu como centro de origem da espécie a costa do Golfo de Guiné, na costa oeste da África, com distribuição do Senegal até Angola, considerada como área de distribuição natural da espécie (Hardon, 1976; Hartley, 1988). À altura da linha do Equador, a

ocorrência da espécie se aprofunda no continente até o interior da República Democrática do Congo (ex-Zaire) e em tempos mais recentes foi dispersada até o Quênia, Tanzânia e Madagascar, onde se encontra em estado subespontâneo (Hartley, 1988).

Na natureza, a polpa que envolve a semente (mesocarpo) confere certa proteção às sementes e facilita sua dispersão pelos animais. O óleo de palmiste, presente na amêndoa (endosperma + embrião), constitui uma parte das reservas da semente, mobilizável durante a germinação do embrião.

O híbrido interespecífico (*Elaeis oleifera* x *E. guineensis*) apresenta valores intermediários entre as duas espécies parentais para características biológicas e citogenéticas (Tabela 1).

Apesar de os estudos citológicos e citogenéticos mostrarem grande homologia entre o genoma das duas espécies (Tan, 1976; Schwendiman et al., 1982), a comum perda de rendimento do híbrido de primeira geração vem de alguns caracteres desfavoráveis, tais como a má-formação de cachos ligada ao problema de esterilidade parcial e também a um baixo teor de óleo nos frutos.

Tabela 1. Características biológicas e citogenéticas nas espécies *E. guineensis*, *E. oleifera* e híbridos F₁.

Características	<i>E. guineensis</i>	<i>E. oleifera</i>	Híbridos F ₁
Fertilidade do pólen <i>in vitro</i> (%)	>70	>70	20 ¹ - 44 ²
Sacos embrionários normais (%)	93,6	70,4	21,4 ¹ - 43,2 ²
Flores fecundáveis (%)	100	100	49,7 - 81,5
Fecundação dos sacos embrionários (%)	25 - 60	25 - 60	0 - 40
Número de cromossomos (2n)	32	32	32
Número de monovalentes I	0,310	0,146	-
Número de bivalentes II	15,516	15,683	15,714
Número de tetravalentes IV	0,234	0,122	0,143
Número de quiasma por célula	29,860	30,440	29,095
Número de quiasma por bivalente	1,867	1,910	1,815

Fonte: Hardon & Tan, 1969; Arnaud, 1973;1980; Tan, 1976; Schwendiman et al., 1982; Baudouin, 1983.

¹Híbrido com *E. oleifera* de origem colombiana

²Híbrido com *E. oleifera* de origem brasileira

Coleta e conservação

Várias coleções de *E. oleifera* foram formadas desde os anos 1950, nos principais países produtores de dendê (Blank, 1952; Vallejo & Cassalett, 1974). Porém, só recentemente foram realizadas coletas sistemáticas nas principais áreas de ocorrência da espécie. Uma grande coleção foi estabelecida na Costa Rica no final da década de 1960 e meados da de 1970, pela United Brands Company. Foi coletado material em 36 zonas, cobrindo sete países do norte da América do Sul e América Central, com um total de 326 acessos (Escobar, 1981). Uma rica coleção também foi organizada na Malásia, produto de duas coletas realizadas no início dos anos 1980, cobrindo as regiões de ocorrência da espécie no Suriname, Colômbia, Nicarágua, Honduras, Panamá e Costa Rica (Rajanaidu, 1985a).

Desde o despertar do interesse dos institutos de pesquisas por essa espécie, algumas amostras de sementes foram levadas do Brasil aos países produtores de dendê (Hartley, 1988). No início da década de 1980, ampla prospecção e coleta foram implementadas pela Embrapa, em cooperação com o Centro de Cooperação Internacional de Pesquisa Agrícola para o Desenvolvimento - Cirad/França (ex-IRHO), cobrindo toda a Amazônia Brasileira (Barcelos et al., 1985; Santos et al., 1985). As coletas foram realizadas em seis regiões definidas pelos principais rios da Amazônia, nas quais foram amostradas de 1 a 25 plantas por população, resultando em 53 populações ou locais de coleta e 248 descendências de polinização aberta (Barcelos, 1986). O germoplasma coletado compõe as coleções da Embrapa Amazônia Ocidental, em Manaus, e da Estação de La Mé, na Costa do Marfim.

1. Metodologia de Coleta

Em todas as coleções existentes, a metodologia de amostragem consistiu na coleta de um número variável de cachos de polinização aberta para cada população ou local de coleta, definido pela disponibilidade ou existência de cachos maduros no momento da visita. Não foi possível realizar amostragem completamente ao acaso, mas foi guardada a distância mínima de 30 m entre as plantas amostradas, quando possível.

Na coleta para constituição da coleção da Embrapa Amazônia Ocidental, a amostra dos locais ou populações dentro de cada região foi ao acaso. Contudo, em decorrência das condições de acesso, foram escolhidas somente as populações ao longo de rios navegáveis ou próximas de estradas. Apenas aquelas populações ou plantas que exibiam frutos maduros na ocasião da visita foram amostradas. Evitou-se a coleta de sementes sobre plantas vizinhas, e o número de indivíduos amostrados por local ou população variou em razão da existência de cachos em condições de coleta (Barcelos, 1986).

2. Estruturação geográfica da coleção

A coleção de *E. oleifera* da Embrapa é constituída por 178 linhagens ou acessos (Tabela 2). Cada linhagem é representada por 6 a 36 plantas oriundas de um cacho de polinização aberta, coletado em uma das 53 populações naturais ou locais, de cinco macrorregiões da Amazônia Brasileira (Figura 7). Compreende um total de 3.726 plantas e ocupa uma área de 26,2 hectares, plantada entre 1984 e 1987, na Estação Experimental de Dendê do Rio Urubu, localizada no Município do Rio Preto da Eva, distante 140 km a leste de Manaus, latitude de 2° 35' Sul e longitude de 59° 28' Oeste, Estado do Amazonas.

Tabela 2. Composição da coleção de *E. oleifera* da Embrapa Amazônia Ocidental.

Macrorregião	Microrregião	Nº de Linhagens/Acessos
Rio Madeira	Manicoré	46
	Novo Aripuanã	12
	Maués	15
Rio Amazonas	Manaus	5
	Careiro	22
	Amatari	13
	Autazes	12
	Anori	5
Rio Solimões	Coari	2
	Tefé	8
	Tonantins	1
Rio Negro	Acajatuba	10
	Moura	11
Rodovia BR 174	BR 174	12
	Perimetral Norte	6
Total	15	178

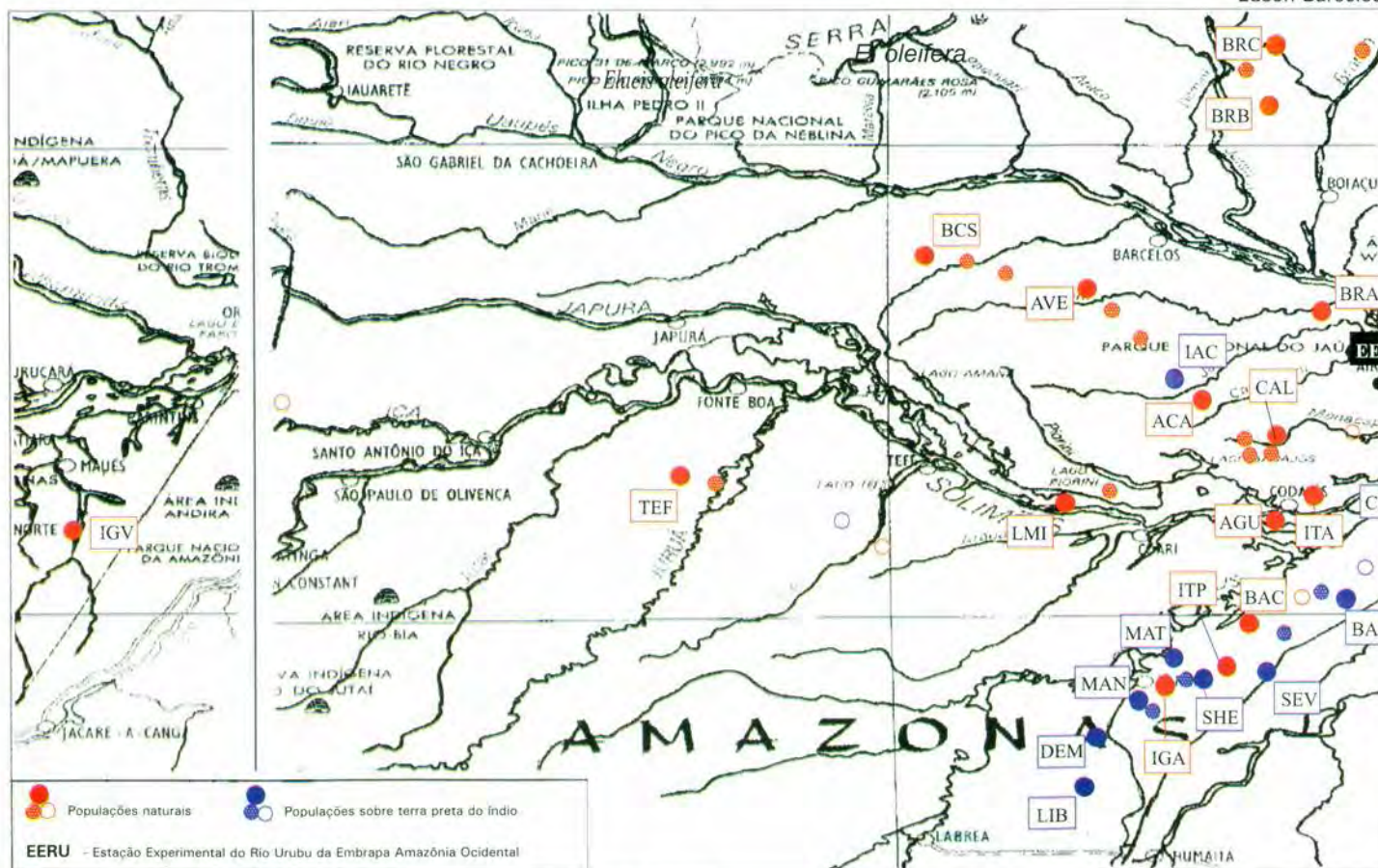


Fig. 7. Locais de coleta das populações de *E. Oleifera* conservadas na Embrapa Amazônia Oriental.

Caracterização e avaliação

A exploração das características promissoras da espécie americana é ainda incipiente nos programas de melhoramento conduzidos no continente americano e quase inexistente nos grandes centros de produção de dendê do sudeste asiático, apesar dos problemas de doenças na cultura do dendezeiro, da estreita base genética em uso na obtenção de variedades comerciais e da necessidade de incorporação ou alteração de características de interesse econômico nas atuais variedades.

A caracterização incompleta ou superficial das coleções existentes é um dos fatores responsáveis pela baixa utilização do germoplasma de caiaué no melhoramento do dendezeiro. Na coleção da Embrapa, a variação observada nos caracteres mensurados foi superior para o material originário da Região Amazônica, quando comparada aos valores encontrados nas demais regiões estudadas, sobretudo para aquelas características de maior interesse para os melhoristas (Tabela 3), sejam de cacho ou de frutos (Hartley, 1988; Bacelos, 1986).

Tabela 3. Comparação das características fenotípicas de maior interesse de *E. oleifera* de várias origens.

Características	Origens				
	Brasil ¹	Honduras ²	Costa Rica ²	Panamá ²	Colômbia ²
Peso médio de fruto normal (g)	1,4 - 21,0	2,9 - 4,6	3,0 - 6,0	3,0 - 6,5	2,0 - 4,9
Polpa no fruto normal (%)	14,6 - 62,3	22,2 - 39,0	21,7 - 53,4	23,2 - 43,1	26,7 - 47,4

¹Barcelos, 1986.

²Rajanaidu, 1985a.

O aproveitamento da variabilidade presente em variedades primitivas ou espécies aparentadas pode seguir duas estratégias:

i) em curto prazo

Na obtenção de híbridos F_1 , combinando características superiores das duas espécies, normalmente, verificam-se problemas de esterilidade parcial nas descendências e valores intermediários aos das duas espécies para todos os caracteres de

interesse econômico (Tabela 4). Uma das grandes vantagens desse tipo de material é a grande tolerância a algumas doenças de relevante importância na cultura do dendezeiro no continente americano, como o amarelecimento-fatal.

Tabela 4. Valores de dez caracteres agrônômicos de *E. guineensis*, *E. oleifera* e híbridos F₁.

Caracteres	Unidade	<i>E. guineensis</i>	<i>E. oleifera</i>	Híbridos F ₁
Crescimento do tronco em altura	(cm/ano)	30-75	5	15-25
Resistência ao amarelecimento-fatal ¹	(% de mortalidade)	75	0	≤ 1
Resistência à fusariose ²	(índice de incidência)	58-141	0-400	0-150
Resistência ao <i>Ganoderma</i> ³	(% de mortalidade)	10-70	ND	≤ 3
Resistência ao <i>Coelenomenodera elaeidis</i> ⁴	(% de mortalidade)	26-46	ND	39-89
Resistência ao <i>Leptopharsa gibbicularina</i> ⁵	(% de mortalidade)	-	60	60
Grau de insaturação do óleo ⁶	(%)	40-60	60-83	62-69
Teor de óleo na polpa seca	(%)	67-76	35 - 49	59 - 68
Teor de óleo no cacho	(%)	18,3-25,5	1,7 - 4,4	3,8 -17
Taxa de extração industrial de óleo	(%)	20-24	≤ 9	8,9 - 18,8

Fonte: Hardon, 1969 ;Hardon & Tan, 1969 ; Macfarlane et al., 1975 ; Meunier, 1975 ; Vallejo & Cassalet, 1975 ; Meunier et al., 1976; Meunier & Hardon, 1976; Rajanaidu et al., 1979; Ooi e al., 1981 ; Hartley, 1988 ; Rajanaidu, 1983 ; Barcelos et al., 1985 ; Le Guen et al., 1991 ; Amblard et al., 1995.

¹**Amarelecimento-fatal** - doença letal de causa desconhecida, que provoca perdas significativas em plantações de dendê no continente americano.

²**Fusariose** - doença fúngica letal (*Fusarium oxysporum*, f. *elaeidis*) que causa importantes perdas nas plantações de dendê no continente africano. Também foi identificada numa plantação brasileira.

³**Ganoderma** - doença fúngica letal (*Ganoderma sp*), presente em plantações africanas e principalmente asiáticas.

⁴**Coelenomenodera sp** - inseto curculionídeo minador de folíolos do dendezeiro, que provoca estragos pela redução da área foliar em plantações na África e na América.

⁵**Leptofarsa gibbicularina** - inseto picador estreitamente ligado a danos foliares provocados por fungos em dendezeiros no continente americano.

⁶**Grau de insaturação do óleo** - proporção dos ácidos graxos, apresentando duplas ou triplas ligações entre os átomos de carbono em substituição a átomos de hidrogênio. Sobre os ácidos graxos totais presentes no óleo de palma, os insaturados representam cerca de 50%, com aproximadamente 40% de ácido oléico C18:1, 10% de ácido linoléico C18:2 e traços de ácidos linolênico C18:3 e palmitoléico C16:1.

Até o presente, várias populações de *E. oleifera* originárias do norte da Colômbia e da América Central, duas populações do Brasil e uma população do Suriname foram avaliadas em cruzamento com a espécie africana. Foram encontradas descendências mais ou menos férteis entre os híbridos F₁ obtidos com essas populações, e uma variabilidade genética muito grande para essa característica foi detectada segundo a origem da espécie americana (Baudouin, 1983; Schwendiman et al., 1983). Os híbridos F₁ obtidos de

populações de *E. oleifera* originárias do Suriname e do Brasil foram, em média, mais férteis e mais produtivos do que os híbridos obtidos com populações originárias da Colômbia e da América Central (Arnaud, 1980; Schwendiman et al., 1982; 1983; Baudouin, 1983; Lubis et al., 1987, Amblard et al., 1995).

Considerando o número elevado de populações de *E. oleifera* originárias da Amazônia Brasileira, em coleção, pode-se prever a existência de variabilidade genética, entre e dentro das populações, capaz de permitir a obtenção de híbridos apresentando características superiores, reforçando o interesse em avaliar tais populações. Os resultados de outras populações em avaliação são bastante promissores.

ii) em longo prazo

A transferência das características de interesse presentes no caiaué, para as variedades comerciais de dendê, também pode ser realizada por meio de retrocruzamentos sucessivos. A estratégia permite a obtenção de variedades apresentando a alta produtividade das variedades comerciais e algumas características de interesse presentes na espécie selvagem, como tolerância a doenças, qualidade de óleo, porte de planta, etc. Porém, a natureza perene e o grande porte da espécie exigem muito tempo e grande área para as avaliações das descendências dos retrocruzamentos. Essas limitações reduzem drasticamente a probabilidade de se encontrar plantas apresentando apenas características desejáveis, devido à impossibilidade de avaliar um número maior de indivíduos por descendência e pela dificuldade de reprodução dessas plantas com técnicas biotecnológicas.

Considerando esses aspectos, os melhoristas da cultura acreditam que a melhor caracterização dos recursos genéticos do caiaué consiste na avaliação da capacidade das diversas populações coletadas produzirem híbridos F_1 com produtividade mais próxima possível das variedades de dendê atualmente plantadas, ou seja, produtividade economicamente viável.

Nas avaliações realizadas nas coleções dos diferentes centros de pesquisas, destacaram-se algumas populações, sobretudo

aquelas da origem Coari/Brasil e do Suriname. Em avaliações preliminares mais recentes, outras populações, também do Brasil, vêm produzindo híbridos F_1 com elevada taxa de frutos férteis, alta produção de cachos e razoável conteúdo de óleo nos cachos. Dada a amplitude das coleções existentes e a grande quantidade a ser ainda coletada, pode-se esperar a obtenção de híbridos F_1 altamente promissores, a serem identificados com as avaliações dos recursos genéticos do caiaué brasileiro.

1. Descritores morfo-agronômicos

Algumas variáveis são rotineiramente empregadas nas caracterizações de recursos genéticos de dendê e caiaué. De modo geral, maiores atenções são dispensadas à obtenção de informação sobre aquelas características de menor influência ambiental, ou seja, de maior herdabilidade genética. Dados preliminares do dendezeiro permitiram suas definições (Corley et al., 1971; Corley, 1976; Blaak, 1965; Gascon et al., 1966; Hardon et al., 1972; Meunier et. al., 1970; Noiret et al., 1966; Ooi, 1975). Os mesmos caracteres são aplicados ao caiaué e servem, sobretudo, para a seleção de indivíduos dentro das diferentes famílias, previamente selecionadas por produzir bons híbridos F_1 .

Os seguintes descritores fenotípicos são avaliados na caracterização e avaliação dos acessos das coleções de dendê e caiaué:

i) Características quantitativas

- ▶ altura da planta ou taxa de crescimento do tronco;
- ▶ comprimento do pecíolo;
- ▶ comprimento do ráquis foliar;
- ▶ número de folíolos;
- ▶ largura média dos folíolos;
- ▶ comprimento médio dos folíolos;
- ▶ área foliar;
- ▶ peso do cacho;
- ▶ porcentagem do ráquis no peso do cacho;
- ▶ porcentagem de frutos normais (em número e em peso);

- ▶ porcentagem de frutos partenocárpicos (em número e em peso);
- ▶ peso médio de frutos normais;
- ▶ peso médio de frutos partenocárpicos;
- ▶ porcentagem de polpa no fruto normal;
- ▶ porcentagem de amêndoa no peso do fruto normal;
- ▶ porcentagem de óleo no peso da polpa do fruto normal;
- ▶ porcentagem de óleo no peso da polpa do fruto partenocárpico;
- ▶ composição do óleo da polpa;
- ▶ porcentagem de insaturação do óleo.

ii) Características qualitativas

- ▶ coloração dos frutos jovens;
- ▶ coloração dos frutos maduros;
- ▶ hábito de crescimento da planta.

Na caracterização fenotípica da coleção de caiaué da Embrapa Amazônia Ocidental, foram obtidos os valores para alguns dos descritores mensurados em condições de ocorrências naturais da espécie (Tabela 5). O peso médio de fruto variou de 1,4 g a 21 g e a porcentagem de polpa por fruto normal, de 14,6% a 62,3% (Barcelos, 1986).

Importante variação é encontrada tanto dentro das populações como entre populações de uma mesma macrorregião (Tabela 6). O peso médio de fruto variou entre as regiões estudadas de 6,2 g (Manaus) a 8,6 g (Rio Solimões), e a porcentagem de polpa por fruto normal, de 42,9% a 47,2%, para as mesmas macrorregiões (Barcelos, 1986).

O germoplasma de *E. oleifera*, coletado no Brasil e disponível na coleção, apresenta características muito mais variáveis e bastante superiores ao coletado em outras países de ocorrência da espécie.

As características da avaliação agronômica são produção e comportamento diante de pragas e doenças. As avaliações cobrem dois períodos da vida da planta: a fase jovem (4^o ao 7^o ano) e a fase adulta (8^o ao 11^o ano), num total de oito anos de observações.

Tabela 5. Variação de descritores fenotípicos de *E. oleifera* nas populações naturais brasileiras.

Descritores	Nº de indivíduos	Valores observados		
		Médios	Mínimos	Máximos
Comprimento do pecíolo (cm)	151	154,8	63	276
Comprimento do ráquis foliar (cm)	151	386,9	188	647
Número de folíolos	151	75,7	46	100
Largura média dos folíolos (cm)	151	54,9	40,3	71,6
Comprimento médio dos folíolos (cm)	151	102,3	57,0	154,6
Peso do cacho (kg)	118	7,6	1,5	18,0
% pedúnculo no cacho	118	8,7	5,2	18,5
% frutos normais no cacho	98	59,3	11,2	90,5
% frutos partenocárpicos no cacho	98	9,2	0,0	45,7
Peso fruto normal (g)	98	7,3	1,4	21,0
% polpa no fruto normal	98	45,9	14,6	62,3
% amêndoa no fruto normal	98	12,4	7,0	23,5
% óleo na polpa seca	98	41,7	16,1	57,2
% insaturação do óleo	98	70,2	59,9	77,6

Tabela 6. Variação de descritores fenotípicos de *E. oleifera* nas populações naturais brasileiras por macrorregião.

Descritores	REGIÃO					
	Manaus	Rio Madeira	Rio Amazonas	Rod BR 174	Rio Negro	Rio Solimões
Comprimento médio do pecíolo (cm)	166,0	146,0	133,2	103,4	144,5	194,6
Comprimento médio do ráquis foliar (cm)	405,3	394,0	431,5	249,1	330,0	475,4
Número médio de folíolos	76,0	79,3	86,2	56,6	70,0	84,6
Largura média dos folíolos (mm)	53,9	57,8	59,3	50,3	51,4	56,5
Comprimento médio dos folíolos (cm)	105,3	106,2	114,8	80,3	98,1	115,0
Área foliar (m ²)	4,9	6,1	4,0	2,7	3,9	6,3
Peso médio do cacho (kg)	8,1	8,0	8,0	2,3	5,6	6,7
% pedúnculo no cacho	7,2	9,5	9,3	12,8	6,3	10,2
% frutos normais no cacho	57,3	55,6	70,0	60,2	62,1	56,4
% frutos partenocárpicos no cacho	22,7	9,7	11,9	8,4	9,0	12,9
Peso médio de fruto normal (g)	6,2	8,4	8,0	7,0	6,6	8,6
% polpa no fruto normal	42,9	48,9	44,9	45,8	45,9	47,2
% amêndoa no fruto normal	15,0	11,3	12,6	15,3	10,9	13,3
% óleo na polpa seca	40,4	44,2	44,9	41,8	46,9	36,3
% insaturação do óleo	68,8	72,1	68,4	73,5	69,3	71,7

2. Marcadores moleculares

Na caracterização, o emprego dos marcadores agromorfológicos, em sua maioria quantitativos, é bastante limitado. As razões incluem a forte influência do ambiente, a

subjetividade dos diferentes estados ou fases de coletas de dados e, principalmente, a pouca disponibilidade de marcadores qualitativos eficazmente aplicáveis. No dendezeiro, por exemplo, o único marcador morfológico sem influência do ambiente é a espessura da casca, por isso é utilizado para caracterizar algumas procedências (Hartley, 1988). Ainda assim apresenta as desvantagens de limitar a gestão de poucas descendências/origens e ser observável somente na fase reprodutiva da planta, pelo menos 30 meses após a germinação da semente, por ocasião da aparição dos primeiros cachos.

Os marcadores moleculares surgiram no final dos anos 70, após os marcadores bioquímicos (isoenzimas), com as pesquisas sobre o genoma humano. Atualmente, vários tipos de marcadores moleculares (RFLP, RAPD, AFLP, SSR, STS, CAP, etc) são cada vez mais utilizados como ferramentas de alta eficiência nos estudos de genética e melhoramento de plantas (de Vienne, 1998). A maioria é neutra em relação às influências do meio ambiente; por isso, os marcadores vêm sendo amplamente empregados em estudos genéticos (Beckmann & Soller, 1983; Helentjaris, 1991; Rafalski et al., 1991; Taknsley et al., 1989; Waugh & Powell, 1992; Vos et al., 1995).

A utilização dos marcadores, baseada no fato de que eles representam observações realizadas diretamente sobre o genoma das espécies, apresenta inúmeras vantagens para o gerenciamento e a utilização dos recursos genéticos, principalmente para as espécies perenes (Ayad et al., 1985). Marcadores RFLP e aqueles baseados em PCR vêm sendo freqüentemente empregados em estudos de espécies perenes, com o objetivo de avaliar a diversidade genética e conhecer a estruturação da variabilidade genética presente em coleções, populações ou grupos de indivíduos.

A caracterização molecular da coleção de caiaué permitiu confirmar, complementar e corrigir resultados obtidos pela caracterização fenotípica e bioquímica (Ghesquière et al. 1987). Nos resultados, incluindo amostras de praticamente toda a área de ocorrência natural da espécie, pôde-se constatar que o material

originário da Amazônia Brasileira apresenta variabilidade genética molecular muito superior àquela disponível nas demais regiões estudadas (Tabela 7), validando os resultados com descritores fenotípicos.

Tabela 7. Variabilidade genética de RFLP nuclear em diferentes origens de *E. oleifera* (Barcelos, 1998).

Populações	Nº indivíduos	19 locos RFLP			Diversidade genética (Nei, 1978)
		% locos polimórficos	Nº total de alelos	Nº de locos fixados	
Brasil	177	74	46	5	0,245
Guiana Francesa	10	0	19	19	0,000
América Central	43	0	19	19	0,000
Peru	5	10	20	18	0,029
Suriname	6	5	20	18	0,026

3. Estruturação da variabilidade genética

A estruturação da variabilidade genética da coleção de caiaué da Embrapa Amazônia Ocidental foi estimada tanto com base em marcadores agromorfológicos, obtidos em condições de populações naturais, quanto por meio de marcadores moleculares aplicados no germoplasma conservado. Nos resultados obtidos de marcadores fenotípicos (Tabela 8), constatou-se uma maior contribuição das diferenças entre regiões para os componentes da variação observada para a maioria dos caracteres vegetativos. Esse fato pode ser atribuído às diferenças ambientais presentes nas diversas regiões e às suas influências sobre tais caracteres.

Nas características referentes aos órgãos reprodutivos (cachos e frutos), tidas como menos afetadas pelo ambiente e, portanto, de maior herdabilidade, a maior contribuição às variações observadas foi devido a diferenças entre plantas dentro de populações (Tabela 8). Esses resultados sugerem a desnecessidade de amostrar material em muitas populações geograficamente próximas dentro de uma mesma região. Bastaria coletar um maior número de plantas dentro de uma mesma população, evitando populações próximas, o que tornaria as coletas mais práticas e menos onerosas.

Tabela 8. Contribuição das diferentes fontes de variação para os descritores estudados em populações naturais de *Elaeis oleifera*.

Descritores	Componentes da variação (%)		
	Planta	População	Região
Comprimento médio do pecíolo (cm)	28,6	20,0	51,4
Comp. médio do ráquis foliar (cm)	20,0	20,0	60,0
Número médio de folíolos	22,3	21,5	56,2
Largura média dos folíolos (mm)	70,8	9,9	19,3
Comp. médio dos folíolos (cm)	31,5	35,7	32,8
Peso médio do cacho (kg)	78,2	18,8	2,9
% pedúnculo no cacho	67,2	13,6	19,2
% frutos normais no cacho	30,8	69,2	0,0
% frutos partenocárpico no cacho	41,3	56,5	2,1
Peso médio de fruto normal (g)	57,3	28,1	14,6
% polpa no fruto normal	64,9	22,4	12,7
% amêndoa no fruto normal	62,2	10,3	27,4
% óleo na polpa seca	70,0	0,0	30,0
% insaturação do óleo	58,0	35,0	7,0

A análise molecular (Figura 8 e 9) revelou que apenas 35% da variabilidade genética detectada na coleção de caiaué brasileira devem-se a diferenças entre populações ($F_{st}=0,35$) (Barcelos, 1998).

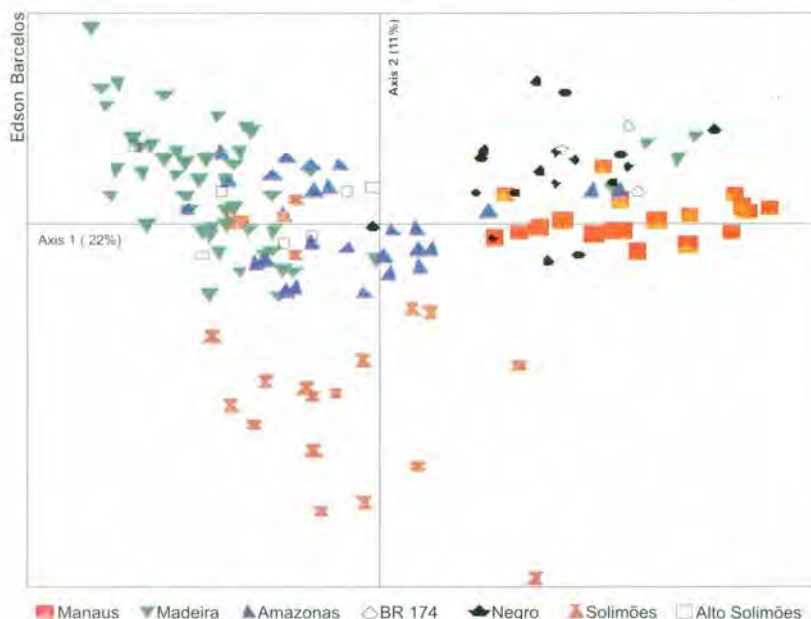


Fig. 8. Estruturação da variabilidade genética da coleção brasileira de *E. oleifera*, por RFLP (Barcelos et al., 2000).

Os demais 65% são atribuídos a diferenças entre indivíduos dentro das populações, confirmando os resultados obtidos com aqueles marcadores fenotípicos de maior herdabilidade. Apesar de a maior parte da variabilidade genética ser atribuída às diferenças intra-populacionais, foi constatada uma ligeira estruturação da variabilidade genética segundo as regiões formadas pelos grandes rios da Bacia Amazônica.

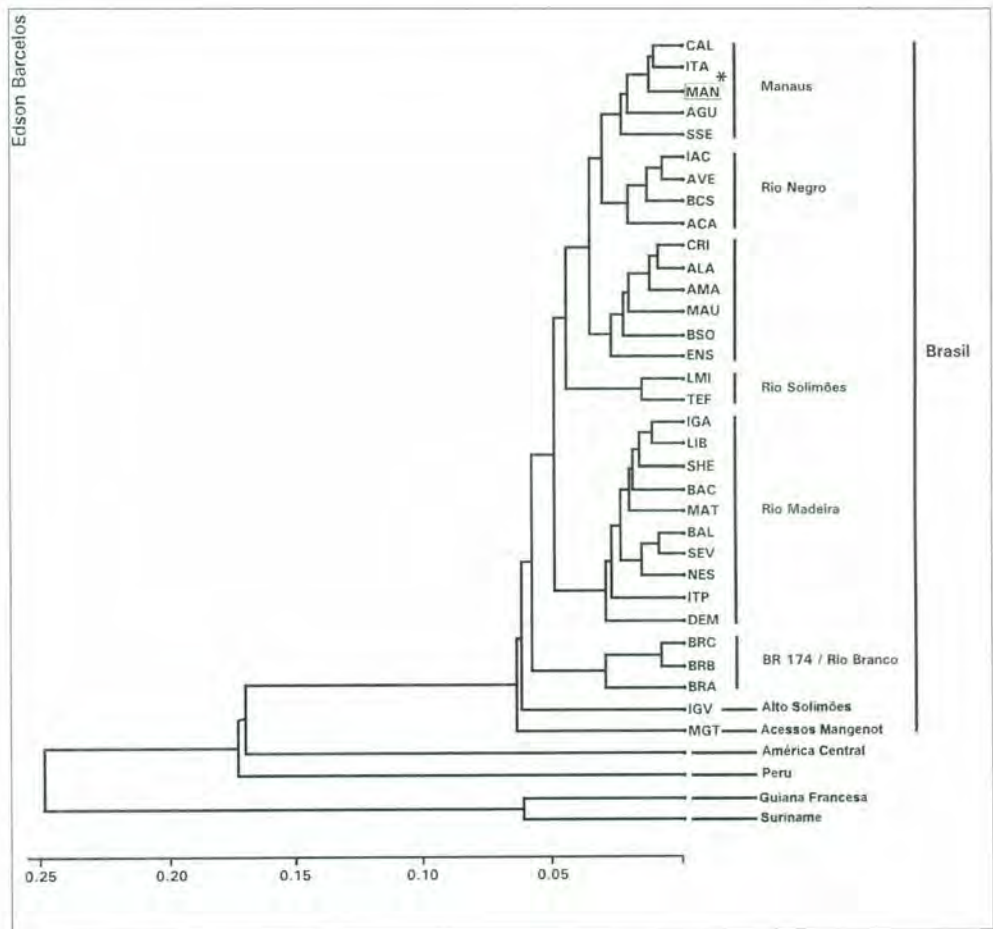


Fig. 9. Estruturação da variabilidade genética da espécie *E. oleifera*, por AFLP (Barcelos et al., 2000).

Utilização no melhoramento

As sementes comerciais de dendê plantadas mundialmente são de base genética muito estreita, apesar da quantidade elevada de recursos genéticos à disposição dos programas de melhoramento. Essas coleções são, em regra, pouco avaliadas e muito caras para serem mantidas, como ocorre com outras culturas perenes (Karp & Edwards, 1997; Kresovich et al., 1997; Tanksley & McCouch, 1997).

Para a ampliação da base genética cultivada, foram coletadas variedades primitivas ou semi-selvagens de *E. guineensis* encontradas na África Tropical Úmida, região considerada centro de origem da espécie (Zeven, 1964). A espécie selvagem aparentada *E. oleifera*, largamente encontrada na América Tropical Úmida, foi objeto de um enorme esforço de prospecção e coleta para incorporação às coleções de diversos institutos de pesquisas que trabalham com a cultura (Meunier, 1975; 1976; Escobar, 1981; Rajanaidu, 1985a; 1985b; Hartley, 1988;). Apesar de todos os esforços e dos graves problemas de doenças, os programas de melhoramento não foram capazes de explorar a variabilidade das coleções dessas espécies para a disponibilização de novas variedades de dendezeiro aos produtores (Simmonds, 1993; Rajanaidu, 1994; Yuan & Weng, 1996).

A pouca utilização de recursos genéticos do dendezeiro deve-se, em parte, à limitada caracterização das coleções, agravada pelo fato de que as introgressões de alelos novos, provenientes de populações selvagens ou de espécies aparentadas, provocam redução severa nos rendimentos das variedades criadas. Os retrocruzamentos sucessivos, que permitem adicionar novas características aos genitores mais produtivos, são muito lentos e caros para serem empregados eficazmente em espécies perenes (Frankel & Brown, 1985). Em quase todas as espécies, inclusive o dendezeiro, a maioria dos recursos genéticos disponíveis nas coleções aportará maior contribuição às variedades atuais, em função dos avanços biotecnológicos.

O aproveitamento da variabilidade da coleção de germoplasma de caiaué pelo programa de melhoramento genético da cultura do dendzeiro da Embrapa Amazônia Ocidental é ainda incipiente, apesar da importância desse recurso para a solução dos graves problemas de doenças que ameaçam a cultura no continente americano.

Os resultados preliminares, conduzidos no exterior e no Brasil, de avaliação em cruzamentos com o dendê das diferentes populações/origens de caiaué, põem em evidência algumas populações de caiaué de origem brasileira, para a obtenção de híbridos F_1 . Apesar de esses híbridos apresentarem menor produtividade em óleo, quando comparados ao dendzeiro comercial, eles representam a única opção segura para a sobrevivência da agroindústria do dendê em regiões de elevada ocorrência da anomalia conhecida como amarelecimento-fatal. Atualmente, a Embrapa Amazônia Ocidental está produzindo e comercializando, sob encomenda, sementes híbridas F_1 interespecíficas para plantios na Amazônia Equatoriana, com resultados bastante promissores nas primeiras plantações.

Perspectivas e análise crítica

Atualmente, várias populações de caiaué originárias da Amazônia Brasileira estão em fase de avaliação, e um plano de recombinação das melhores populações está sendo discutido. Um programa de retrocruzamentos está em andamento, envolvendo a clonagem via "cultura de tecidos" dos indivíduos mais promissores, para avaliação do comportamento deles frente ao amarelecimento-fatal.

Apesar da grande importância dos recursos genéticos de caiaué para o melhoramento genético do dendzeiro e do grande potencial de expansão da cultura no Brasil, o programa de melhoramento genético iniciado pela Embrapa em 1982 vem sofrendo vários prejuízos e correndo riscos, em decorrência da limitação de recursos financeiros. Essa situação contribui para a baixa utilização dos recursos genéticos das duas espécies (*E. guineensis* e *E. oleifera*), colocando em risco a rica coleção brasileira de caiaué.

Considerando-se o aspecto de planta perene, com mais de 100 anos de vida reprodutiva, a constituição de uma "core collection" para o caiaué, apesar de altamente desejável, pode representar o aumento da área atualmente plantada com a coleção. Assim, a demanda de recursos financeiros para a manutenção de uma coleção nuclear seria ainda maior, principal fator de complicação da conservação de recursos genéticos de espécies tropicais perenes.

Referências bibliográficas

AMBLARD, P.; NOIRET, J. M.; KOUAME, B.; POTIER, F.; ADON, B. Performances comparées des hybrides interspécifiques et du matériel commercial *E. guineensis*. **OCL**, v. 2, p. 335-340, 1995.

ARNAUD, F. **Etude comparative de l'hybride *Elaeis guineensis* x *Elaeis melanococca* et de ses parents**. 1973. 48 p. Thèse. Faculté des Sciences d'Orsay, Paris, France, 1973.

ARNAUD, F. Fertilité pollinique de l'hybride *Elaeis melanococca* x *Elaeis guineensis* et des espèces parentales. **Oléagineux**, v. 35, p. 121-129, 1980.

AYAD, W. G.; HODGKIN, T.; JARADAT, A.; RAO, V. R. Molecular genetic techniques for plant genetic resources. In: **Molecular Genetic Techniques for Plant Genetic Resources**. Rome: IPGRI, 1985. 137 p.

BAILEY, L. H. The generic name Corozo. **Gentes Herbarium**, v. 4. p. 373-374, 1940.

BARCELOS, E.; SANTOS, M. de M.; VASCONCELLOS, M. E. C. Phenotypic variation in natural populations of caiaué, *Elaeis oleifera* H.B.K, Cortés, in the brazilian amazon. In: INTERNATIONAL WORKSHOP ON OIL PALM GERMPLASM AND UTILISATION, 1985, Kuala Lumpur. **Proceedings...** Kuala Lumpur: ISOPB, 1985.

BARCELOS, E. **Características genético-ecológicas de populações naturais de caiaué (*Elaeis oleifera* (H. B. K.), Cortés) na Amazônia Brasileira.** 1986. 108 p. Tese (Mestrado) - Instituto Nacional de Pesquisas da Amazônia, Fundação Universidade do Amazonas, Manaus, 1986.

BARCELOS, E.; SECOND, G.; KAHN, F.; AMBLARD, P.; LEBRUN, P.; SEGUIN, M. **Molecular markers applied to the analysis of genetic diversity and the biogeography of *Elaeis*.** In: CONFERENCE ON EVOLUTION - Variation and Classification of Palms, 1997, USA. USA: New York Botanical Garden, 1997. p. 18-20.

BARCELOS, E. **Étude de la diversité génétique du genre *Elaeis* (*E. oleifera* (Kunth) et *E. guineensis* Jacq.), par marqueurs moléculaires (RFLP et AFLP).** 1998. 137 p. These (Doutorado) - École Nationale Supérieure Agronomique de Montpellier, France, 1998.

BARCELOS, E.; AMBLAND, P.; BERTHAUD, J.; SEGUIN, M. The genetic diversity of the American Oil Palm *Elaeis oleifera* (Kunth), Cortés, revealed by nuclear RFLP markers. In: INTERNATIONAL SYMPOSIUM ON OIL PALM GENETIC RESOURCES AND UTILIZATION, 2000, Kuala Lumpur. **Proceedings...** Kuala Lumpur: MPOB, 2000. p. 21-220.

BAUDOQUIN, L. **Etude de la fertilité de l'hybride interspécifique de palmier à huile *Elaeis melanococca* Gaert. x *Elaeis guineensis* Jacq.** 1983. 116 p. Thèse. Université de Paris-Sud, Centre d'Orsay, Paris, France, 1983.

BECKMANN, J. S.; SOLLER, M. Restriction fragment length polymorphisms in genetic improvement: methodologies, mapping and costs. **Theor Appl Genet**, v. 67, p. 35-43, 1983.

BENNET, M. D.; LEITCH, I. J. Nuclear DNA amounts in Angiosperms - 583 new estimates. **Annals of Botany**, v. 80, p. 169-196, 1997.

BERGER, K. G. Technical requirements for marketing palm oil in the food industry. In: MALASYAN INTERNATIONAL SYMPOSIUM ON PALM OIL, 1976, Genova, Itália. **Proceedings...** Genova, Itália: Market, 1976.

BILLOTTE, N.; RISTERUCCI, A. M ; BARCELOS, E.; NOVER, J. L.; AMBLARD, P.; BAURENS, F. C. **Development and characterisation of Oil Palm (*Elaeis guineensis*, Jacq.) microsatellite markers.** In: INTERNATIONAL SYMPOSIUM ON PALM GENETIC RESOURCES AND UTILIZATION, 2000, Kuala Lumpur, Malaysia. Kuala Lumpur, Malaysia: Malaysia Palm Oil Board, 2000.

BLAAK, G. Breeding and inheritance in the oil palm. Parte III. Yild selection and inheritance. **J. Nig. Inst. Oil Palm Re.**, v. 4, p. 262, 1965.

BLANK, S. A reconaissance of the american oil palm, *Elaeis melanococca* (Gaertner em Bayley) = *Corozo oleifera* (Giseke) = *Alfonsia oleifera* (H. B. K.). **Tropical Agriculture** , Trinidad, v. 29, p. 90-101, 1952.

CORLEY, R. H. V.; HARDON, J. J.; TAN, G. Y. Analysis of growth of the oil palm (*Elaeis guineensis* Jacq.). I. Estimation of growth parameters and application in breeding. **Euphytica**, v. 20, p. 307-15, 1971.

CORLEY, R. H. V. The genus *Elaeis*. In: **Oil Palm Research**, J. J. H. R. H. V.; CORLEY, B. J. (Ed.). Amsterdam: Wood. Elsevier Scientific Publishing Company, 1976. p. 532.

DE VIENNE, D. (Ed.), **Les marqueurs moléculaires en génétique et biotechnologies végétales.** INRA Editions, 1998.

ESCOBAR, R. Preliminary results of the collection and evaluation of the American oil palm *Elaeis oleifera* (H.B.K.) Cortés in Costa Rica, Panama and Colombia. In: INTERNATIONAL CONFERENCE ON OIL PALM AGRICULTURE, 8., 1981, Kuala Lumpur, Malaysia. Kuala Lumpur, Malaysia: PORIM, 1981. p. 17-20.

FRANKEL, O. H.; BROWN, A. H. D. Plant genetic resources today: a critical appraisal. In: **Crop Genetic Resources: conservation and Evaluation**. HOLDEN, V.; WILLIAMS, J. T. (Ed.). Rome, Italy: IBPGRI, 1985. p. 249-257.

GASCON, J. P.; NOIRET, J. M.; BENARD, G. Contribution à l'étude de l'hérédité de la production de régimes d'*Elaeis guineensis* Jacq.: Application à la sélection du palmier à huile. **Oléagineux**, v. 21, p. 657, 1966.

GHESQUIÈRE, M.; BARCELOS, E.; SANTOS, M. M.; AMBLARD, P. Polymorphisme enzymatique chez *Elaeis oleifera* H.B.K. Cortes (*Elaeis melanococca*). Analyse des populations du bassin amazonien. **Oleagineux**, v. 42, p. 143-153, 1987.

HARDON, J. J. Interspecific hybrids in the genus *Elaeis*. II. Vegetative growth and yield of F1 hybrids of *E. guineensis* x *E. oleifera*. **Euphytica**, v. 18, p. 380-388, 1969.

HARDON, J. J.; CORLEY, R. H. V.; OOI, S. C. Analysis of growth in oil palm. II. Estimates of genetic variances of growth parameters and yield of fruit bunches. **Euphytica**, v. 21, p. 257, 1972.

HARDON, J. J. Oil palm. In: **Evolution of crop plants**. SIMMONDS, N. W. (Ed.). England: Longman Scientific: Technical; Harlow, 1976. p. 225-229.

HARDON, J. J.; TAN, G. Y. Interspecific hybrids in the genus *Elaeis*. I. Crossability, cytogenetics and fertility of F1 hybrids of *E. guineensis* x *E. oleifer*. **Euphytica**, p. 372-379, 1969.

HARTLEY, C. W. S. The oil palm. 3. ed. Le palmier à huile. In: **Tropical Agriculture, Series (GBR)**. Essex (GBR) : Longman, 1988. p. 761.

HELENTJARIS, T. Thoughts on future efforts for developing the maize genetics linkage map using RFLPs. **Maize Genetics Cooperation News Letter**, n. 65, p. 103-104, 1991.

KARP, A.; EDWARDS, K. J. Molecular techniques in the analysis of the extent and distribution of genetic diversity. In: **Molecular genetic techniques for plant genetic resources**. Ayad, T. H. W. G.; Jaradat, A.; Rao, V. R. (ed.) Rome, Italy: IPGRI, 1997. p. 1.11-22.

KRESOVICH, S.; MCFERSON, J. R.; WESTMAN, A. L.. Molecular techniques in the analysis of the extent and distribution of genetic diversity. In: **Molecular genetic techniques for plant genetic resources**, Ayad, T. H. W. G.; Jaradat, A.; Rao, V. R. (ed.) Rome, Italy: IPGRI, 1997. p. 1.23-38.

LE GUEN, V.; AMBLARD, P., OMORE, A.; Koutou, A.; Meunier, J. Le programme hybride interespécifique *Elaeis oleifera* x *Elaeis guineensis* de l'IRHO. **Oléagineux**, v. 46, p. 479-487, 1991.

LUBIS, R. A.; PAMIN, K.; LUBIS, A. U. **Prospects of *Elaeis oleifera* x *Elaeis guineensis* hybrids for breeding purpose in Indonesia**. In: WORKSHOP ON INTERSPECIFIC HYBRIDS, 1., 1987, PORIM. PORIM: P. ISOPB, 1987. p. 23-27.

MACFARLANE, N.; SWETMAN, T.; CORNELIUS, J. A. Analysis of mesocarp and kernel oils from the American Oil Palm and F1 hybrids with the West African Oil Palm. **J. Sci. Food Agric.**, v. 26, p. 1293-1298, 1975.

MEUNIER, J. Le palmier à huile américain *Elaeis melanococca*. **Oléagineux**, v. 30, p. 51-61, 1975.

MEUNIER, J. Prospections of the Palmae. A necessity for the improvement of oil-yielding palms - Les prospections de palmacées. Une nécessité pour l'amélioration des palmiers oléagineux. **Oléagineux**, v. 31, n. 4, p. 153-157, 1976.

MEUNIER, J.; GASCON, J. P.; NOIRET, J. M. Hérité des caractéristiques du régime d'*Elaeis guineensis* Jacq. en Côte d'Ivoire. **Oléagineux**, v. 25, p. 377, 1970.

MEUNIER, J.; HARDON, J. J. Intespecific hybrids between *Elaeis guineensis* and *Elaeis oleifera*. In: CORLEY, J. J. H. R. H. V.; WOOD, B. J. **Oil Palm Research**. Amsterdam: Elsevier Scientific Publishing Company, 1976. p. 532.

MEUNIER, J.; VALLEJO, G.; BOUTIN, D. L'hybride *E. melanococca* x *E. guineensis* et son amélioration. **Oléagineux**, p. 519-528, 1976.

NOIRET, J. M.; GASCOM, T. P.; BENARD, G. Contribution à l'étude de l'hérité des caractéristiques de la qualité du régime et du fruit d'*Elaeis guineensis* Jacq. . Application à la sélection du palmier à huile. **Oléagineux**, v. 23, p. 343, 1966.

OOI, S. C. Variability in the Deli *dura* breeding population of the oil palm (*Elaeis guineensis* Jacq.). II. Within bunch components of bunch yield. **Malaysian Agric. J.**, v. 50, n. 20, 1975.

OOI, S. C.; BARCELOS, E.; MULLER, A. A.; NASCIMENTO, J. C. Oil palm genetic resources - native *E. oleifera* populations in Brazil offer promising sources. **Pesquisa Agropecuaria Brasileira**, v. 16, p. 385-395, 1981.

OPUTE, F. I.; OBASOLA, C. O. Breeding for short-stemmed oil palm in Nigeria: fatty acids, their significance and characteristics. **Ann. Bot.**, v. 43, p. 677-681, 1979.

RAFALSKI, J. A.; TINGEY, S. V.; WILLIAMS, J. G. K. RAPD markers - a new technology for genetic mapping and plant breeding. **Agbiotech News And Information**, v. 3, n. 4, p. 645-648, 1991.

RAJANAIDU, N. *Elaeis oleifera* collection in Central and South America. In: INTERNATIONAL WORKSHOP ON OIL PALM GERMPLASM AND UTILISATION, 1., 1985a, Bangi, Selangor, Malaysia. Bangi, Selangor, Malaysia: PORIM, 1985.

RAJANAIDU, N. **The Oil Palm (*Elaeis guineensis*) collections in Africa.** In: INTERNATIONAL WORKSHOP ON OIL PALM GERMPASM AND UTILISATION, 1., 1985b, Bangi, Selangor, Malaysia. Bangi, Selangor, Malaysia: PORIM, 1985. p. 59-83.

RAJANAIDU, N. **Oil palm genebank - collection, evaluation, utilization and conservations of oil palm genetic resources.** Malaysia: PORIM, 1994. p. 19.

RAJANAIDU, N.; WILLIAMS, J. T. Comparative disc eletrophoretic studies of the seed protein of *Elaeis guineensis*, *Elaeis oleifera* and their F1 hybrids. **MARDI Res. Bull.**, v. 6, p. 1-5, 1977.

RAJANAIDU, N.; ARASU, N. T.; OBASOLA, C. D. Collection of oil palm (*Elaeis guineensis* Jacq.) Genetic material in Nigeria. II. Phenotypic variation of natural population. Separata de: **MARDI Res. Bull.**, v. 7, n. 1, p. 1-27, 1979.

RAJANAIDU, N. *Elaeis oleifera* collection in South and Central America. Separata de: **Plant genet. Resour**, Newslett, n. 56, p. 42-51, 1983.

RIVAL, A.; BEULE, T.; BARRE, P.; HARNON, S.; DUVAL, Y. Comparative flow cytometric estimation of nuclear DNA content in oil palm (*Elaeis guineensis* Jacq) tissue cultures and seed-derived plants. **Plant Cell Reports**, v. 16, p. 884-887, 1997.

SANTOS, M. de M.; BARCELOS, E.; NASCIMENTO, J. C. Genetic Resources *Elaeis oleifera* H.B.K, Cortés, in the brazilian amazon. In: INTERNATIONAL WORKSHOP ON OIL PALM GERMPASM AND UTILISATION, 1985, Kuala Lumpur. **Proceedings...** Kuala Lumpur: ISOPB, 1985.

SCHWENDIMAN, J.; PALLARES, P.; AMBLARD, P. Premiers exames des accidents de fertilité chez l'hybride interspécifique de palmier à huile *Elaeis melanococca* x *E. guineensis*. **Oléagineux**, v. 37, p. 331-338, 1982.

SCHWENDIMAN, J.; PALLARES, P.; AMBLARD, P.; BAUDOUIN, L. Analyse de la fertilité durant l'évolution des régimes chez l'hybride interspécifique de palmier à huile *Elaeis melanococca* x *E. guineensis*. **Oléagineux**, v. 37, p. 411-418, 1983.

SIMMONDS, N. W. Introgression and incorporation. Strategies for the use of crop genetic resources. **Biol. Rev.**, v. 68, p. 539-562, 1993.

TAN, G. Y. Cytology and cytogenetics, In: **Oil Palm Research** J. J. H. R. H. V.; CORLEY, B.; WOOD, J. (Ed.). Amsterdam: Elsevier Scientific Publishing Company, 1976. p. 532.

TANKSLEY, S. D.; YOUNG, N. D.; PATERSON, A. H.; BONIERBALE, M. W. RFLP mapping in plant breeding: new tools for an old science. **Bio/Technology**, v. 7, n. 3, p. 257-266, 1989.

TANKSLEY, S. D.; S. McCOUCH, H R. Seed banks and molecular maps: Unlocking genetic potential from the wild. **Science**, v. 277, p. 1063-1066, 1997.

VALLEJO, R.; CASSALETT, J. **Perspectives del cultivo de los híbridos interespecificos de los (*Elaeis oleifera* (HBK) Cortes) x *Palma africana de aceite* (*Elaeis guineensis* Jacq.).** Colombia: ICA, 1974. Mimeografado.

VOS, P.; HOGERS, R.; BILEEKER, M.; REIJANS, M.; VAN de L. T. et al. AFLP: a new technique for DNA fingerprinting. **Nucleic Acids Research**, v. 23, p. 4407-4414, 1995.

WAUGH, R.; POWELL, W. Using RAPD markers for crop improvement. Trends. In: **Biotechnology**, v. 10, n. 6, p. 186-191, 1992.

WESSELS B. J. *Palmae. Flora of Suriname*, v. 5, p. 1-172, 1965.

WUIDART, W.; GASCON, J. P. Étude de la composition de l'huile d'*Elaeis guineensis* Jacq. Possibilité d'amélioration. **Oléagineux**, v. 30, n. 10, p. 401-408, 1975.

YUAN, Y. Y.; WENG, C. K. **Breeding Oil Palm for competitiveness and sustainability**. In: INTERNATIONAL PALM OIL CONGRESS, 21 st century, 1996, Selangor, Malaysia. Selangor, Malaysia: PORIM, 1996.

ZEVEN, A. C. On the origin of the oil palm (*Elaeis guineensis* Jacq.). **Ghana Palynologica**, v. 5, p. 121-123, 1964.

ZEVEN, A. C. The partial and complet domestication of oil palm (*Elaeis guineensis*). **Econ. Bot.**, v. 26, p. 274-279, 1972