

Ministério do Meio Ambiente

Espécies Nativas da Flora Brasileira de Valor Econômico Atual ou Potencial

Plantas para o Futuro - Região Norte



**Espécies Nativas da Flora Brasileira
de Valor Econômico Atual ou Potencial**
Plantas para o Futuro - Região Norte



República Federativa do Brasil

Presidente

JAIR MESSIAS BOLSONARO

Vice-Presidente

Antonio Hamilton Martins Mourão

Ministério do Meio Ambiente

Ministro

JOAQUIM ALVARO PEREIRA LEITE

Secretaria Executiva

Secretário-Executivo

FERNANDO WANDSCHEER DE MOURA ALVES

Secretaria de Biodiversidade

Secretária

MARIA BEATRIZ PALATINUS MILLIET

Secretário Adjunto

OLIVALDI ALVES BORGES AZEVEDO

Departamento de Espécies

Diretor

DOUGLLAS DA SILVA CRUZ REZENDE

Ministério do Meio Ambiente
Secretaria de Biodiversidade
Departamento de Conservação e Manejo de Espécies

**Espécies Nativas da Flora Brasileira
de Valor Econômico Atual ou Potencial**
Plantas para o Futuro - Região Norte

BIODIVERSIDADE 53

Editores

Lidio Coradin
Jucélia Camillo
Ima Célia Guimarães Vieira

Brasília - DF
MMA
2022

© 2022 Ministério do Meio Ambiente – MMA
Permitida a reprodução sem fins lucrativos, parcial ou total, por qualquer meio, se citados a fonte do Ministério do Meio Ambiente ou sítio da Internet no qual pode ser encontrado o original em: <https://www.gov.br/mma/pt-br/assuntos/biodiversidade/manejo-e-uso-sustentavel/flora>

VENDA PROIBIDA

Coordenação Nacional da Iniciativa Plantas para o Futuro

Lidio Coradin

Coordenação Técnica - Região Norte

Samuel Soares de Almeida (†)

Ima Célia Guimarães Vieira

Revisão e Organização

Lidio Coradin

Julcéia Camillo

Capa, Arte e Diagramação

Marcelo Rodrigues Soares de Sousa

Fotografia da capa

Bruna Brandão - Ministério do Turismo

Apoio

Fundo para o Meio Ambiente Mundial - GEF
Programa das Nações Unidas para o Desenvolvimento - PNUD
ONU Meio Ambiente
Organização das Nações Unidas para a Alimentação e a Agricultura - FAO
Bioversity International
Projeto de Conservação e Utilização Sustentável da Biodiversidade para a Melhoria da Nutrição e do Bem-Estar Humano - Projeto BFN
Museu Paraense Emílio Goeldi - MPEG
Fundo Brasileiro para a Biodiversidade - FUNBIO

Esta publicação contém informações obtidas na literatura científica citada. O uso das informações sobre patrimônio genético contido nesta publicação para fins de pesquisa ou desenvolvimento tecnológico deve observar o que determina a Lei nº 13.123, de 20 de maio de 2015, e o Decreto nº 8.772, de 11 de maio de 2016.

Ministério do Meio Ambiente
SEDE - Esplanada dos Ministérios, Bloco B
70.068-900 - Brasília, DF

Dados Internacionais de Catalogação na Publicação - CIP

B823e Brasil. Ministério do Meio Ambiente. Secretaria de Biodiversidade.
Espécies nativas da flora brasileira de valor econômico atual ou potencial: plantas para o futuro: região norte / editores: Lidio Coradin, Julcéia Camillo e Ima Célia Guimarães Vieira. – Brasília, DF: MMA, 2022.
1452 p. : il. ; color (Série Biodiversidade; n. 53).

Modo de acesso: World Wide Web
ISBN 978-65-88265-16-1 (on-line)

1. Flora brasileira. 2. Região Norte. 3. Espécie nativa. 4. Biodiversidade.
I. Coradin, Lidio. II. Camillo, Julcéia. III. Vieira, Ima Célia Guimarães. IV. Título.
CDU 581.9

Biblioteca Nacional do Meio Ambiente
Ana Lúcia C. Alves – CRB1/2017

Referência para citar o livro:

CORADIN, Lidio; CAMILLO, Julcéia; VIEIRA, Ima Célia Guimarães (Ed.). *Espécies nativas da flora brasileira de valor econômico atual ou potencial: plantas para o futuro: região Norte*. Brasília, DF: MMA, 2022. (Série Biodiversidade; 53). 1452p. Disponível em: <<https://www.gov.br/mma/pt-br/assuntos/biodiversidade/manejo-e-uso-sustentavel/flora>>. Acesso em: dia mês abreviado ano (sem vírgula)

Elaeis oleifera

Caiaué

EDSON BARCELOS¹, RAIMUNDO NONATO VIEIRA DA CUNHA¹, RICARDO LOPES¹

FAMÍLIA: Arecaceae.

ESPÉCIE: *Elaeis oleifera* (Kunth) Cortés.

SINONÍMIA: *Alfonsia oleifera* Kunth; *Corozo oleifera* (Kunth) L.H. Bailey, *Elaeis melanococca* var. *semicircularis* Oerst. (Flora do Brasil, 2018; Tropicos, 2018).

NOMES POPULARES: Caiaué, dendê-americano, dendê-da-Amazônia, dendê-do-Pará, noli, ojon.

CARACTERÍSTICAS BOTÂNICAS: Palmeira com caule solitário (Figura 1). Sistema radicular fasciculado, concentrado nos primeiros 80cm de solo. Estipe maciço, com cicatrizes foliares comprimidas. Folhas pinadas, com folíolos dispostos em um mesmo plano. Plantas com até 42 folhas funcionais e medindo de 4,2-7,4m, foram registradas em populações naturais de caiaué, na Amazônia brasileira (Ooi et al., 1981), enquanto que em populações de caiaué amostradas no Panamá, Costa Rica e Colômbia foram registradas folhas com comprimento variando entre 5,3-6,3m (Escobar, 1981). É uma planta monoica, predominantemente alógama, com a produção de flores masculinas e femininas em inflorescências separadas (Figura 2), emitidas em ciclos alternados, evitando a presença na mesma planta, de flores dos dois sexos em antese, simultaneamente. As inflorescências femininas são recobertas por uma camada de fibras procedentes de duas espatas, persistentes até a maturação dos frutos (Figura 3). As inflorescências masculinas, também envoltas por duas espatas, as quais se rompem deixando exposta a inflorescências, composta por até 200 ráquias (Wessels-Boer, 1965). Os frutos, tipo drupa (Figura 4), são bem menores que os frutos do dendezeiro, com endocarpo relativamente espesso (2mm) e mesocarpo variando de 14,6 a 62,3% do peso do fruto (Barcelos, 1986). Quando maduros, os frutos podem apresentar coloração alaranjada ou amarelada, sendo o primeiro predominante (Figura 5).

A espécie apresenta uma grande similaridade anatômica, morfológica e fisiológica com o dendezeiro africano (*Elaeis guineensis*), inclusive uma grande facilidade de cruzamento entre elas, produzindo híbridos parcialmente viáveis (Wessels-Boer, 1965; Meunier, 1975; Hartley, 1988). No entanto, uma característica importante que distingue as duas espécies é a procumbência do tronco do caiaué (Figura 6), que se curva sobre o solo, com emissão de raízes adventícias, permanecendo a parte terminal ereta, mantendo a coroa foliar na vertical. Tal característica lhe atribuiu o nome popular caiaué, que na língua indígena significa "planta que anda" (Meunier, 1975).

¹ Eng. Agrônomo. Embrapa Amazônia Ocidental

DISTRIBUIÇÃO GEOGRÁFICA: Embora o centro de origem do *Elaeis oleifera* não esteja bem definido, a espécie ocorre exclusivamente na América tropical, com sua área de distribuição original, que vai desde o sul do México até o leste do Estado do Amazonas, no Brasil. A espécie tem sido registrada ocorrendo naturalmente no Brasil, Colômbia, Costa Rica, Equador, Guiana Francesa, Honduras, México, Nicarágua, Panamá, Peru, Suriname, Venezuela (Meunier, 1975; Hartley, 1988). No Brasil ocorre apenas na Região Norte, no estado do Amazonas (Flora do Brasil, 2018) (Mapa 1).



MAPA 1 - Distribuição geográfica da espécie. Fonte: Flora do Brasil

HABITAT: A espécie é encontrada geralmente em pequenos grupamentos de algumas dezenas de indivíduos, mas pode chegar a mais de mil plantas em algumas populações localizadas nas partes baixas, em locais alagadiços ou encharcados, ao longo dos pequenos cursos d'água (igarapés). Embora encontrada em solos de terra firme, uma particularidade da espécie é sua adaptação às condições de solos inundáveis (Meunier, 1975). As populações consideradas subespontâneas, são geralmente encontradas em áreas de florestas antropizadas da Amazônia brasileira, as populações encontradas em terra firme estão, frequentemente, sobre solos de origem antropogênica "Terra Preta do Índio" (Meunier, 1975; Barcelos, 1986). Estes solos, possivelmente, tiveram origem de ocupações pré-Colombianas e são caracterizados por apresentarem alta fertilidade e abundância de fragmentos cerâmicos (Lima et al., 2014). Estudos de prospecção na Amazônia brasileira, mostrou que 41% das populações foram encontradas sobre manchas de solo fértil denominadas "Terra Preta do Índio" (Ooi et al., 1981; Barcelos, 1986).



FIGURA 1 - Planta jovem de *Elaeis oleifera*. Fonte: Julcécia Camillo

USO ECONÔMICO ATUAL OU POTENCIAL: Óleo do mesocarpo e do palmiste, podem ser usados na indústria alimentícia, de cosméticos e oleoquímica. Os frutos são usados para alimentação animal (porcos) e humana (vinho da polpa, semelhante ao açaí). As folhas são usadas para construção de abrigos. Os restos de caroços e endocarpo são utilizados como fonte de energia, para queima em fogões domésticos. Existem relatos de que os povos indígenas utilizam o óleo como repelente. Contudo, o óleo tem elevado potencial de

FIGURA 2 - Inflorescências masculina e feminina de *E. oleifera*



Fonte: Edson Barcelos

uso para alimentação humana, indústria alimentícia, oleoquímica e cosméticos, por ser uma fonte importante de vitaminas (A e E). Também existem relatos do uso do óleo por comunidades da América Central (Honduras) para proteção e embelezamentos dos cabelos (óleo de ojon).

Atualmente, o uso principal do caiaué é como fonte de genes para o melhoramento da palma de óleo africana, devido às suas características de elevada importância agrônômica. Até o presente, e devido à falta de estudos sistematizados e aprofundados, o cultivo do caiaué não é competitivo economicamente para exploração comercial, quando comparado com a palma de óleo africana (dendê). Inexistem até o presente, estudos de seleção/melhoramento genético específicos para esta espécie e, embora presente uma produção elevada de cachos/frutos, o baixo conteúdo de óleo nos frutos limita o rendimento por hectare, inviabilizando economicamente o cultivo do caiaué.

Contudo, mesmo em seu estado selvagem, o caiaué chega a ser mais produtivo em óleo (até 1,5t de óleo/ha/ano) do que as tradicionais oleaginosas anuais, a exemplo da soja e da canola, responsáveis por grande parte do abastecimento do mercado mundial de óleos vegetais. Dentre as características apresentadas pela planta do caiaué, de interesse para o melhoramento genético da espécie africana, destacam-se: alta tolerância à pragas e doenças, notadamente ao Amarelecimento Fatal (AF), principal ameaça à expansão do cultivo da palma de óleo no continente americano; porte reduzido das plantas; óleo com elevada proporção de ácidos graxos insaturados, mais adequado ao consumo humano; elevado teor de provitaminas A e E, aumentando o valor nutricional do óleo; menor atividade das Lipases no fruto maduro, possibilitando maiores intervalos entre as colheitas, sem perda da qualidade do óleo (Meunier, 1975; Meunier; Hardon, 1976).

O Híbrido F1 entre as duas espécies é, atualmente, a principal forma de uso econômico da espécie americana e está se tornando amplamente plantado na América Latina (Figura 7), principalmente devido à sua tolerância a pragas e doenças (AF), fazendo com que as características altamente interessantes da espécie americana estejam sendo objeto de in-

trogressão em variedades comerciais de palma de óleo, altamente produtivas (Meunier; Hardon, 1976). Problemas ligados à polinização dos híbridos F1 se constituem ainda na principal barreira ao uso comercial do híbrido nos principais países produtores no mundo (Meunier; Hardon, 1976; Tan, 1976; Amblard et al., 1995).

PARTES USADAS: Frutos para produção de óleo, tanto do mesocarpo quanto da amêndoa, usados como alimento humano e animal, nas indústrias de cosméticos e óleoquímica. O caiaué também é usado como fonte de genes no melhoramento da palma-de-óleo africana. O óleo tem coloração alaranjada e pode ser empregado como corante natural e na medicina tradicional. O resíduo da extração do óleo da amêndoa também pode ser usado na alimentação animal. As folhas têm uso como fonte de fibra e na construção de abrigos. O engaço (resto de cachos) e endocarpos podem ser usados na produção de energia, tanto para alimentação de caldeiras quanto fogões domésticos. A planta inteira tem uso ornamental.

ASPECTOS ECOLÓGICOS, AGRONÔMICOS E SILVICULTURAIS PARA O CULTIVO:

Considerando a inexistência de experiências de plantios comerciais de caiaué, as informações de cultivo e tratos culturais advêm de plantios experimentais em estações de pesquisas, em coleções de germoplasma da espécie, onde, dada a inexistência de sistemas de produção específico, adota-se com ligeiros ajustes, as mesmas práticas agrícolas empregadas para o cultivo da espécie africana. Assim, as considerações sobre as exigências ecológicas, práticas agronômicas e silviculturais empregadas no cultivo do caiaué, são as mesmas recomendadas e adotadas para o cultivo da palma de óleo africana, com ajustes leves, tais como uma melhor fertilização com magnésio e boro, uma vez que o caiaué tem demonstrado maior exigência para estes dois nutrientes. A incidência de pragas e doenças não difere em nada da espécie africana, a não ser uma menor predisposição do caiaué ao ataque de lagartas desfolhadoras, relativamente frequentes na espécie africana, além de boa resistência/tolerância frente ao AF.

A polinização da espécie é predominantemente entomófila, com importante fauna especializa-



FIGURA 3 - Cacho envolto em fibras das espatas. Fonte: Edson Barcelos

da, composta, predominantemente, por curculionídeos, além de outros grupos de insetos de menor importância (Lucchini et al., 1984; Couturier et al., 1999). A planta produz cachos de frutos de coloração verde pálido quando imaturos e alaranjados quando maduros, com importante presença de frutos partenocárpicos na parte externa do cacho, podendo pesar até mais de 20 quilos, com predominância entre 8 e 12 quilos de peso. O fruto apresenta um teor de óleo bem inferior ao apresentado pelos frutos da palma de óleo africana, sendo que a taxa de extração de óleo no caiaué, raramente supera os 5% do peso do cacho, enquanto que na espécie africana esse percentual está entre 20 a 24%, para a extração industrial (Meunier, 1975; Ooi et al., 1981; Escobar, 1981; Barcelos, 1998).

O hábito procumbente do caiaué, anteriormente descrito, representa um problema na manutenção das coleções e também o seria em eventuais plantios comerciais da espécie, uma vez que devido à fragilidades em seu sistema radicular, as plantas de caiaué tendem a tombar sobre o solo após os dez anos de idade, compensado por uma excelente emissão de raízes adventícias, recuperando a posição vertical para a copa da planta, porém, desorganizando qualquer alinhamento adotado no plantio original, o que dificulta sobremaneira, as práticas de manutenção e exploração dos plantios. Entre o tombamento da planta e a completa recuperação de sua capacidade de produção, cerca de 4 anos são perdidos, sem produção de cachos, o que também representa desvantagem na exploração comercial da espécie.

PROPAGAÇÃO: O caiaué se propaga exclusivamente por sementes, as quais apresentam as mesmas dificuldades de germinação encontradas na espécie africana e em boa parte das palmeiras. O tratamento térmico para a quebra da dormência das sementes, constituído por uma fase de aquecimento das mesmas,

FIGURA 4 - Frutos normais (fertilizados) e partenocárpicos (oleosos) de caiaué



Fonte: Edson Barcelos

por um período de 60-80 dias, com uma baixa umidade (<18% do peso seco), seguido da elevação da umidade para cerca de 22%, resulta em uma boa germinação, de cerca de 80-90% após um período de 30-60 dias. A partir das sementes germinadas, as mesmas são colocadas em sacolas plásticas e conduzidas por fazes de pré-viveiro e viveiro, estando aptas ao plantio cerca de 10-12 meses após a germinação, sendo estas as mesmas práticas desenvolvidas para a produção de mudas da espécie africana.

EXPERIÊNCIAS RELEVANTES COM A ESPÉCIE:

O caiaué é a espécie mais estudada, entre as palmeiras nativas da amazônia. O seu maior potencial de uso econômico, está representado pela obtenção de

FIGURA 5 - Planta de Caiaué apresentando cachos de frutos em diferentes estágios de desenvolvimento/maturação



Fonte: Edson Barcelos

híbridos com a espécie africana, o que representa uma estratégia para a solução de diversos problemas fitossanitários da palmicultura mundial, além de repositório e oferta de genes para a melhoria de diversos caracteres qualitativos e quantitativos, de elevado interesse econômico na cadeia produtiva mundial da palma de óleo/dendê.

Tais potencialidades fazem do *E. oleifera* uma espécie de elevado interesse para todos os institutos mundiais de pesquisas com a palma de óleo, estando presentes em suas coleções de trabalho e programas de melhoramento genético, há mais de meio século. Assim, os estudos com esta espécie têm disponibilizado importantes informações sobre a diversidade genética inter e intraespecífica, de forma a promover e acelerar a exploração e uso da mesma, em benefício da cadeia produtiva da palma de óleo.

Diversos estudos evidenciam as características fenotípicas do Caiaué (Tabela 1, 2 e 3), de interesse para os programas de melhoramento genético da palma de óleo, onde se destacam as características de maior interesse comercial para a cultura da palma.

Estudos conduzidos em populações naturais de caiaué, na Amazônia Brasileira (Ooi et al., 1981; Barcelos, 1986), que compõe o Banco Ativo de Germoplasma da cultura na Embrapa Amazônia Ocidental/Manaus (Figura 8), apresentaram as seguintes características fenotípicas/morfológicas de interesse econômico, para o melhoramento genético da palma africana.

FIGURA 6 - Planta de *Elaeis oleifera* apresentando procumbência



Fonte: Julcéia Camillo

Buscando caracterizar, avaliar, quantificar e entender a organização da variabilidade e da diversidade genética do caiaué e de suas relações com o dendê africano, foram realizados estudos com o emprego de diversos marcadores enzimáticos (Ghesquière et al., 1987) e moleculares (Barcelos et al., 1997; Barcelos, 1998). Em estudo envolvendo as duas espécies, 81 origens/populações de caiaué e 23 origens/populações de dendê (Tabela 4) foram analisadas, utilizando marcadores moleculares RFLP (37 sondas cDNA) e AFLP (três pares de *primers*), tendo sido obtidos resultados interessantes.

Informações genéticas reveladas pela técnica de RFLP: As 37 sondas de cDNA selecionadas foram aplicadas sobre 241 acessos de *E. oleifera* e 38 acessos de *E. guineensis* e produziram 278 fragmentos polimórfi-

TABELA 1 - Características morfofisiológicas de *Elaeis oleifera* e de plantas híbridas F1, comparadas ao *Elaeis guineensis*, de importância para o melhoramento da palma de óleo comercial

Características	<i>E. guineensis</i>	<i>E. oleifera</i>	Híbridos F1
Crescimento em altura do estipe (cm/ano)	30 - 75	5	15 - 25
Resistência ao AF (% mortalidade)	> 75	0	< 1
Resistência à Fusariose (Índice)	58 - 141	0 - 400	0 - 150
Resistência ao <i>Ganoderma</i> (% mortalidade)	10 - 70	ND	<3
Resistência ao <i>Coelaenomenodera elaeidis</i> (% mortalidade de larvas)	26 - 46	ND	39 - 89
Resistência à <i>Leptopharsa gibbicarina</i> (% mortalidade de larvas)	0	60	60
Grau de instauração do óleo (%)	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	3,8-17,0
Taxa de extração industrial de óleo (%)	20-24	< 9	8,9-18,8

Fonte: Adaptado de Barcelos, 1998.

TABELA 2 - Características fenotípicas/morfológicas observadas em populações naturais de Caiaué (*E. oleifera*) ocorrendo na Amazônia brasileira

Características	Nº obs.	Média	Varição
Comprimento do pecíolo (cm)	151	155,0	63-276
Comprimento da raque foliar (cm)	299	393,0	188-647
Peso do cacho (kg)	205	6,70	0,9-18,0
Raque floral/cacho (%)	118	8,70	5,2-18,5
Fruto fértil/cacho (%)	171	59,42	11,2-90,5
Fruto partenocárpico/cacho (%)	157	9,52	0,0-45,70
Mesocarpo/fruto (%)	176	46,0	14,6-62,3
Peso de fruto fértil (g)	187	7,87	3,45-14,66
Amêndoa/fruto normal (%)	98	12,40	7,0-23,5
Endocarpo/fruto (%)	175	41,1	10,8-56,9
Óleo/mesocarpo seco (%)	171	42,84	16,1-57,2
Grau de instauração do óleo (%)	171	70,11	59,9-77,6

Fonte: Barcelos et al. (1985); Barcelos (1986); Santos et al. (1985)

TABELA 3 - Comparação das características fenotípicas observadas em populações naturais de caiaué (*E. oleifera*) ocorrendo na Amazônia brasileira e em plantios no BAG da Embrapa

Características	População natural ¹	Coleção BAG ²
Comprimento do pecíolo (cm)	63-276	155-201 ³
Comprimento da raque foliar (cm)	188-647	352-467 ³
Peso do cacho (kg)	0,9-18,0	3,5-11,2
Raque floral/cacho (%)	5,2-18,5	8,9-17,7
Fruto fértil/cacho (%)	11,2-90,5	52,3-67,3
Fruto partenocárpico/cacho (%)	0,0-45,70	0,0-3,71
Mesocarpo/fruto (%)	14,6-62,3	41,4-52,4
- Peso de fruto fértil (g)	3,45-14,66	6,7-11,1
- Amêndoa/fruto normal (%)	7,0-23,5	10,6-18,2
Endocarpo/fruto (%)	10,8-56,9	35,2-48,0
Óleo/mesocarpo seco (%)	16,1-57,2	30,2-43,9
Grau de instauração do óleo (%)	59,9-77,6	nd

Fonte: ¹Barcelos et al. (1985); Barcelos (1986); Santos et al., (1985); ²Raimundo N.V. da Cunha (comunicação pessoal); ³Rios et al. (2011)

TABELA 4 - Procedências de *Elaeis oleifera* e de *Elaeis guineensis* utilizadas nos estudos de diversidade genética, usando marcadores moleculares RFLP e AFLP

País de Origem	Número de Populações Estudadas	Número de Acessos Analisados	
		RFLP	AFLP
Caiaué - <i>Elaeis oleifera</i>			
Brasil	59	177	24
Colômbia	5	16	4
Costa Rica	3	9	2
Guiana Francesa	2	10	2
Nicarágua	1	4	2
Panamá	8	14	2
Peru	1	5	2
Suriname	2	6	2
Total	81	241	40
Dendê - <i>Elaeis guineensis</i>			
Deli / Bogor ¹	4	5	3
Costa do Marfim ²	2	6	3
Congo / Zaire ³	2	8	3
Nigeria	5	6	4
Angola	2	5	3
Benin	1	1	1
Camarões	3	3	3
Brasil ⁴	4	4	2
Total	23	38	22

Fonte: Dos autores

¹Introduzido da África para a Indonésia em 1848. ²Origens La Mé e Yocoboué. ³Origens Yangambi/Sibiti. ⁴Introduzido no Brasil (Estado da Bahia) pelos escravos no Século XIV

cos de RFLP, codificados como marcadores dominantes, sendo que 248 fragmentos (RFLP) estavam presentes nos acessos de *E. oleifera* e 170 fragmentos em *E. guineensis*. Destes fragmentos, 108 foram específicos ao *E. oleifera*, enquanto apenas 30 fragmentos foram específicos ao *E. guineensis* e 140 fragmentos foram comuns às duas espécies (Barcelos et al., 1997; Barcelos, 1998). Considerando todos os 278 marcadores polimórficos revelados, a percentagem de polimorfismo foi de 46% no *E. guineensis* e de 86% no *E. oleifera*. Os acessos de *E. oleifera* procedentes do Brasil apresentaram 65% de marcadores polimórficos, enquanto as outras origens de *E. oleifera* apresentaram de 8% a 15% de marcadores polimórficos. O Coeficiente de Diversidade Genética de Nei (1973) foi de $H = 0,225$ para a *E. oleifera* e $H = 0,135$ para *E. guineensis*. Esta última, da mesma magnitude que a diversidade encontrada na espécie americana procedente do Brasil ($H = 0,157$). Resultados similares foram obtidos para os dados com os fragmentos de RFLP codificados como alelos, onde o nível de diversidade na espécie africana foi de $H = 0,297$, enquanto foi de $H = 0,245$ para a es-

FIGURA 7 - Cultivo experimental de plantas híbridas *E. guineenses* x *E. oleifera* no Brasil

Fonte: Julcéia Camillo

pécie americana originária do Brasil (Barcelos et al., 2000). De acordo com a Análise Fatorial de Correspondência (AFC), a diversidade dos acessos de *E. oleifera* foi separada em quatro distintos grupos geográficos: Brasil, Suriname/Guiana Francesa, Norte da Colômbia/América Central e Peru, sendo que os acessos com origem no Brasil permaneceram separados dos demais grupos da espécie americana.

Informações genéticas reveladas pela técnica de AFLP: As três combinações primers/enzimas empregadas para as análises AFLP em uma amostra de 40 acessos de *E. oleifera* e 22 acessos de *E. guineensis* (Tabela 4) revelaram um total de 169 fragmentos polimórficos, dos quais 40,7% foram comuns à ambas as espécies, 96 fragmentos (55,8%) foram específicos ao *E. oleifera* e apenas três fragmentos (1,7%) foram específicos ao *E. guineensis*. Apesar da diferença no tamanho das amostras, a espécie americana (*E. oleifera*) apresentou um número muito maior de fragmentos polimórficos (95%) que a espécie africana (38%). As análises (AFC) com marcadores AFLP revelaram resultados similares aos das análises com RFLP para a diversidade genética de ambas as espécies (Barcelos, 1998; Barcelos et al., 1997; 2002).

Variabilidade genética: Estudos de divergência genética intraespecífica em *E. oleifera* mostraram a distinção de quatro grupos - Brasil, Peru, América Central (norte da Colômbia, Panamá, Costa Rica e Nicarágua) e Guiana (Guiana Francesa e Suriname) - coincidente

FIGURA 8 - Plantas mantidas no Banco Ativo de Germoplasma de Palma de Óleo, na Embrapa Amazônia Ocidental



Fonte: Julcélia Camillo

com suas origens geográficas, o que indica que o isolamento genético entre os grupos, se deve, possivelmente, à uma distribuição descontínua e variável entre os grupos, dentro do continente americano. A diversidade genética, dentro das 32 populações brasileiras estudadas, foi maior que a diversidade encontrada nos grupos de *E. oleifera* não brasileiros. Isto sugere uma substancial deriva genética e efeito "bottleneck" entre os demais grupos americanos do *E. oleifera* (Barcelos et al., 2000; 2002).

Já a análise da diversidade genética entre os acessos originários da Amazônia brasileira revelou que 35% da variabilidade genética detectada é devida à diferenças entre populações e que esta diversidade está estruturada de acordo com a malha fluvial da região, sendo que a diferenciação entre populações é devida à distâncias geográficas entre elas na bacia de um mesmo rio e, de maneira mais importante, entre populações de diferentes bacias hidrográficas (Barcelos et al., 2000; 2002).

Determinação da quantidade de DNA nuclear no gênero *Elaeis*: Na busca de explicações para os problemas de fertilidade polínica dos híbridos F1 entre as duas espécies (*E. oleifera* x *E. guineensis*) e baseado na premissa de que uma variação importante no tamanho do genoma ao nível inter ou intraespécie poderia explicar, em parte, esses problemas de esterilidade parcial, foram determinadas as quantidades de DNA nuclear em 10 palmeiras adultas de *E. guineensis* de 3 origens: Deli, La Mé e Yangambi e 38 palmeiras de *E. oleifera*

de 7 origens: Colômbia, Nicarágua, Suriname, Peru e 3 origens do Brasil. Os resultados indicaram uma diferença altamente significativa entre a quantidade de DNA encontrada para o *E. oleifera* originário do Suriname, de $4,03 \pm 0,11$ pg ($2C+2N=32$ cromossomos) e as demais origens analisadas: Colômbia, Nicarágua, Peru e Brasil, estas não diferindo estatisticamente ($4,27$ à $4,42$ pg). Para *E. guineensis* a quantidade de DNA nuclear foi de $3,99 \pm 0,10$ pg, não havendo diferença entre as três origens analisadas e com valor igual ao *E. oleifera* proveniente do Suriname (Barcelos, 1998; Barcelos et al., 1999). A variação significativa da quantidade de DNA encontrada na espécie americana *E. oleifera* e a diferença da mesma ordem de grandeza encontrada entre as duas espécies é também encontrada em outras plantas superiores, o que não chega a ser suficiente para explicar problemas de esterilidade parcial, encontrada em híbridos entre espécies (Barre et al., 1986; Cros et al., 1995).

SITUAÇÃO DE CONSERVAÇÃO DA ESPÉCIE: À exceção das áreas de ocorrência natural da espécie na América Central e Norte da Colômbia, estas bastante alteradas pela ação humana, as demais áreas de ocorrência do Caiuá, todas na Amazônia Tropical Úmida, acham-se com excelente nível de cobertura vegetal natural, o que representa um baixo nível atual de risco de perda de populações naturais. Adicionalmente, importantes coleções ex situ estão presentes nos principais centros mundiais de pesquisa com a cultura da palma de óleo, notadamente na Malásia e Indonésia, no sudeste asiático, Costa do Marfim e Benim, na África, Costa Rica, Colômbia e Brasil, nas Américas. A tabela 5 resume a situação da coleção de *E. oleifera* existente no BAG da Embrapa Amazônia Ocidental, Manaus, Amazonas (Tabela 5).

TABELA 5 - Constituição da coleção de *Elaeis oleifera* disponível no BAG da EMBRAPA Amazônia Ocidental, em Manaus/AM

Região	Origens	Número de Acessos	Número de plantas	Área ocupada (Ha)
Rio Solimões	Anori	5	110	0,77
	Coari	20	508	3,55
	Manacapuru	1	4	0,03
	Tefé	6	126	0,88
	Tonantins	5	103	0,72
Rio Negro	Acajatuba	9	177	1,24
	Barcelos	2	3	0,02
	Moura	11	246	1,72
Manaus	Careiro	37	469	3,28
Rio Madeira	Manicoré	65	1.165	8,15
	Novo Aripuanã	12	202	1,41
Rio Amazonas	Amatari	13	225	1,57
	Autazes	12	232	1,62
	Maués	16	300	2,1
Caracarái	BR 174	15	239	1,67
	Perimetral Norte	8	104	0,73
Total		237	4.213	29,35

Fonte: Cunha et al. (2009); Rios et al. (2012).

PERSPECTIVAS E RECOMENDAÇÕES: O caiaué (*E. oleifera*) representa uma preciosíssima fonte de características e, portanto, um repositório de genes de elevado interesse, presente e futuro, para os programas de melhoramento genético da palma de óleo (*E. guineensis*). Assim, a correta conservação, caracterização e avaliação dos recursos genéticos da espécie se constituem em exigência e emergência para a efetiva exploração e uso de tais recursos, em benefício da cadeia produtiva da palma de óleo, tanto nacional como globalmente. A correta manutenção e segura conservação do BAG de Caiaué existente na Embrapa, uma das mais completas e ricas coleções da espécie em âmbito mundial, deve merecer especial atenção e compromisso por parte da Empresa, sob pena de perda ou do reduzido benefício, das enormes vantagens e valiosas características oferecidas pelo caiaué.

Por outro lado, dada as características de elevado valor agrônomo e nutricional, intrínsecas da espécie, lastreando-se nos avanços do conhecimento sobre a mesma e nas modernas técnicas incorporadas ao melhoramento genético de plantas, pode-se prever que um programa de melhoramento genético da espécie per se, poderá desenvolver cultivares de caiaué com expressivo aumento de produtividade. Ademais, é possível se obter uma espécie com adaptabilidade a novos ambientes e mais competitiva em relação às principais culturas oleaginosas atuais, com produto especialmente voltado para nichos de mercado, em que as propriedades de seu óleo signifiquem agregação de valor (Rios et al., 2015).

REFERÊNCIAS

AMBLARD, P.J.M.; NOIRET, B.; KOUAMÉ, F.; POTIER, B. Performances compares des hybrids interspecifics et du materiel commercial *E. guineensis*. **OCL**, 2, 335-340, 1995.

BARCELOS, E. **Etude de la Diversité Génétique du Genre *Elaeis* (*E. oleifera* (Kunth) Cortés et *E. guineensis* Jacq.) par marqueurs moléculaires (RFLP et AFLP)**. 1998. PhD, Ecole Nationale Supérieure Agronomique de Montpellier, Montpellier. France.

BARCELOS, E. **Características Genético-Ecológicas de Populações Naturais de Caiaué (*Elaeis oleifera* (H.B.K.) Cortés) na Amazônia Brasileira**. 1986. Dissertação (Mestrado). Universidade do Amazonas, Manaus.

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**, 37, 1105-1114, 2002.

BARCELOS, E.; AMBLARD, 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: The Malaysian Palm Oil Board, 2000. p. 173-192.

BARCELOS, E.; LEBRUN, P.; BARRE, P. Variação na quantidade de DNA nuclear no gênero *Elaeis* (*E. guineensis* Jacq. *E. oleifera* (Kunth) Cortés) determinado pela técnica de citometria de fluxo. In: Simpósio de Recursos Genéticos Para América Latina e Caribe, 1999, Brasília. **Anais...** Brasília: Embrapa Recursos Genéticos e Biotecnologia, 1999. 1 CD-ROM

BARCELOS, E.; SECOND, G.; KAHN, F.; AMBLARD, P.; LEBRUN, P.; SEGUIN, M. Molecular Markers Applied to the Analysis of Genetic Diversity and to the Biogeography of *Elaeis* (*Palmae*). 1997. **Conference on Evolution, Variation and Classification of Palms**. New York Botanical Garden, Bronx, New York.

BARCELOS, E.; SANTOS, M.M.; VANCONCELLOS, M.E.C. Phenotypic Variation in Natural Populations of Caiuá (*Elaeis oleifera* (H.B.K.), Cortés) in the Brazilian Amazon. In: Proceedings of the International Workshop "Oil palm Germplasm and Utilisation". **Proceedings...** (Kuala Lumpur: Palm Oil Research Institute of Malaysia). Bangi. Selangor, Malaysia. 1985.

BARRE, P.; NOIRET, M.; LOURAN, J.; DUPERRAY, D.; HAMON, S. Reliable flow cytometric estimation of nuclear DNA content in coffee trees. **Cytometry**, 24, 32-38, 1986.

COUTURIER, G.; OLIVEIRA, M.S.P.; BEZERRA, P. **Insetos visitantes e polinizadores em palmeiras nativas da Amazônia**. Belém: EMBRAPA-CPATU, 1999. (Pesquisa em andamento, 1)

CROS, J., COMBES, M. C., CHABRILLANGE N., MONNOT DES ANGLÉS, A. ET S. HAMON. Nuclear DNA content in the subgenus *Coffea* (Rubiaceae): Inter and intra specific variation in African species. **Can J Bot**, 73, 14-20, 1995.

CUNHA, R.N.V.; LOPES, R.; ROCHA, R.N.C.; LIMA, W.A.A.; TEIXEIRA, P.C.; BARCELOS, E.; RODRIGUES, M.R.L. Domesticação e Melhoramento Genético de Caiuá. In: BORÉM, A.; LOPES, M.T.G.; CLEMENT, C. eds. **Domesticação e Melhoramento: espécies amazônicas**. Viçosa. MG. 2009. 486 p.

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 in Agriculture in the Eighties**. Kuala Lumpur, Malaysia. PORIM. (eds). PORIM. 17-20. 1981.

FLORA DO BRASIL. **Areaceae in Flora do Brasil 2020 em construção**. Jardim Botânico do Rio de Janeiro. Disponível em: <<http://floradobrasil.jbrj.gov.br/reflora/floradobrasil/FB34035>>. Acesso em: 18 Jan. 2018.

GHEQUIÈRE, M.; BARCELOS, E.; SANTOS, M. M.; AMBLARD, P. Polymorphisme enzymatique chez *Elaeis oleifera* (H.B. K.) Cortés (*Elaeis melanococca*): analyse des populations du bassin amazonien. **Oléagineux**, 42, 143-153, 1987.

HARTLEY, C.W.S. **The Oil Palm (*Elaeis guineensis* Jacq.)**. Longman Wiley, New York. 1988.

LIMA, A.B. ; CANNAVAN, F.S.; NAVARRETE, A.A.; TEIXEIRA, W.G.; KURAMAE, E.E.; TSAI, S.M. Amazonian Dark Earth and Plant Species from the Amazon Region Contribute to Shape Rhizosphere Bacterial Communities. **Microbial ecology**, 1-12, 2014.

LUCCHINI, F.; SANTOS, M.M.; MORIN, J.P.; BARCELOS, E.; OVERAL, W.L. **Curculionídeos polinizadores do Caiuá *Elaeis oleifera*, sua importância e distribuição geográfica no Estado do Amazonas**. EMBRAPA. CNPSD. 1984. 4 p. (Pesquisa em andamento, 25).

MEUNIER, J. Le Palmier à Huile Américain *Elaeis melanococca*. **Oléagineux**, 30, 51-61, 1975.

MEUNIER, J.; HARDON, J.J. Interspecific hybrids between *Elaeis guineensis* and *Elaeis oleifera*. In: CORLEY, B.J. ed. **Oil Palm Research 1**. Edited by Wood. Elsevier Scientific Publishing Company. Amsterdam. pp. 5323. 1976.

OOI, S.C.; BARCELOS, E.; MULLER, A.; NASCIMENTO, J. Oil Palm Genetic Resources - Native *E. oleifera* populations in Brazil Offer Promising Sources. **Pesquisa Agropecuária Brasileira**, 16, 385-395, 1981.

RIOS, S.A.; CUNHA, R.N.V.; LOPES, R.; BARCELOS, E.; TEIXEIRA, P.; LIMA, W.A.A.; RODRIGUES, M.R.L.; KRUG, C.; BITTENCOURT, D.M.C.; QUISEN, R.C.; GOMES-JR, R.A.; ROCHA, R.N.C. Caiaué. In: LOPES, R.; OLIVEIRA, M.S.P.; CAVALLARI, M.M.; BARBIERI, R.L.; CONCEIÇÃO, L.D.H.C.S. **Palmeiras Nativas do Brasil**. Edit: Brasília. DF. Embrapa. 2015. 432 p.

RIOS, S.A.; CUNHA, N.V.R.; LOPES, R.; BARCELOS, E. **Recursos Genéticos de Palma de Óleo (*Elaeis guineensis*, Jacq) e Caiaué (*E. oleifera*, (H. B. K.))**. Manaus: Embrapa Amazônia Ocidental. 2012. 39 p. Documentos; 96.

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**. SBPM, 2011. 1 CD-ROM.

SANTOS, M.M.; BARCELOS, E.; NASCIMENTO, J.C. Genetic Resources of *Elaeis oleifera* (H.B.K.), Cortés) in the Brazilian Amazon. In: Proceedings of the International Workshop "Oil palm germplasm and utilization". **Proceedings...** Kuala Lumpur: Palm Oil Research Institute of Malaysia. Bangi. Selangor, Malaysia. 1985.

TAN, G.Y. Cytology and Cytogenetics. In: **Oil palm Research 1**. CORLEY, J.J.H.R.H.V.; Wood, B.J. Elsevier Scientific Publishing Company. Amsterdam. pp. 532. 1976.

TROPICOS. ***Elaeis oleifera* (Kunth) Cortés**. Tropicos.org. Missouri Botanical Garden. 15 Jan 2018. Disponível em: <http://www.tropicos.org/Name/50231656>.

WESSELS-BOER, J. Palmae. **Flora of Suriname**, 5, 1-172,1965.