

Caracterização fenotípica e diversidade genética em subamostras de Caiaué (*Elaeis oleifera*)

Phenotypic characterization and genetic diversity of American Oil Palm (*Elaeis oleifera*) accessions

Sara de Almeida Rios¹
Raimundo Nonato Vieira da Cunha²
Ricardo Lopes³
Edson Barcelos⁴
Paulo César Teixeira⁵
Wanderlei Antônio Alves de Lima⁶
Samuel Campos Abreu⁷

Resumo: Objetivo: Avaliar características vegetativas de nove subamostras de caiaué de origem Coari, as quais constituem parte do Banco de Germoplasma de Caiaué da Embrapa Amazônia Ocidental. **Metodologia:** Avaliou-se o comprimento da ráquis, o número de folíolos, o comprimento e largura de folíolo, comprimento do pecíolo e comprimento do estipe. Os dados foram submetidos à análise estatística descritiva, adotando-se, ainda, a distância euclidiana média padronizada e o método UPGMA para agrupamento hierárquico das subamostras, além da análise de dispersão gráfica por componentes principais. **Resultados e Conclusão:** Os dados de dissimilaridade apontam a existência de variabilidade entre as subamostras, porém, é necessária a avaliação de produção para que o estudo possa orientar os programas de melhoramento genético da palma de óleo.

Palavras-chave: *Elaeis oleifera*. Caiaué. Fenótipo. Diversidade genética.

Abstract: Objective: evaluate vegetative characteristics of nine caiaué subsamples of Coari origin that are part of the Caiaué Germplasm Genebank of *Embrapa Amazônia Ocidental*. **Methods:** Stem length, number of leaflets, length and width of leaves, petiole length and length of stem were evaluated. The data were analyzed by descriptive statistics, also adopting the standardized mean Euclidean distance and UPGMA method for hierarchical clustering of accessions, as well as graphic dispersion analysis by main components. **Results and Conclusion:** Dissimilarity of data indicates the existence of variability among subsamples evaluated. However, it is necessary to evaluate the production data, so that the study can guide the oil palm breeding programs.

Key-words: *Elaeis oleifera*. Caiaué. Phenotype. Genetic diversity.

1 Doutora em Genética e Melhoramento de Plantas pela Universidade Federal de Viçosa - UFV. Pesquisadora da Embrapa Amazônia Ocidental.

2, 3 Doutor em Genética e Melhoramento de Plantas pela Universidade de São Paulo – USP. Pesquisador da Embrapa Amazônia Ocidental.

4 Doutor em Genética e Melhoramento de Plantas pela Université de Montpellier. Pesquisador da Embrapa Amazônia Ocidental.

5 Doutor em Solos e Nutrição de Plantas pela Universidade Federal de Viçosa – UFV. Pesquisador da Embrapa Amazônia Ocidental.

6 Doutor em Fitotecnia pela Universidade Federal de Viçosa – UFV. Pesquisador da Embrapa Amazônia Ocidental.

7 Engenheiro Agrônomo pela Universidade Estadual de Montes Claros – Unimontes. Analista da Embrapa Transferência de Tecnologia, lotado na Embrapa Amazônia Ocidental.

INTRODUÇÃO

A palma de óleo (*Elaeis guineensis*) ou dendê destaca-se entre as demais espécies oleaginosas por sua alta capacidade de produção de óleo por unidade de área, rendimento médio cerca de dez vezes maior que a produtividade da soja.¹ Os dados de produção apontam o Brasil como décimo primeiro país produtor de óleo de palma, com um aumento de 39% na produtividade entre os anos de 2000 e 2008 (de 2,4 para 3,3 toneladas de óleo/ha).²

O programa de melhoramento genético da palma de óleo da Embrapa Amazônia Ocidental tem como foco atual a obtenção de híbridos interespecíficos entre a palma de óleo e o caiaué (*Elaeis oleifera*), considerando as características de interesse herdadas do caiaué, a exemplo da resistência a pragas e doenças, em especial ao Amarelecimento Fatal e fusariose, além do menor porte e elevado teor de ácidos graxos insaturados, o que traz enormes expectativas para incremento da produção e qualidade de óleo, consequentemente, sustentabilidade para a palmicultura.

A genética dos materiais comerciais de palma de óleo tem origem predominante os tipos dura Deli, do Jardim Botânico de Bogor e o híbrido interespecífico (HIE) tem como base genética paterna, em geral, apenas dois genitores de palma de óleo do tipo pisifera (L2T e L10T) de origem La Mé.³ Além disso, raras são as informações sobre a caracterização fenotípica de subamostras de caiaué. Portanto, considerando a importância dos recursos genéticos de caiaué para o progresso sustentável dos programas de melhoramento da palma de óleo e/ou para exploração comercial do caiaué, e, considerando ainda, que alguns materiais genéticos, a exemplo daqueles originários de Coari – AM já estão sendo explorados por outros programas internacionais de melhoramento genético, o objetivo

deste trabalho foi avaliar as características vegetativas e a diversidade genética entre subamostras de caiaué originárias de diferentes regiões de Coari - AM.

MATERIAL E MÉTODOS

As subamostras (acessos) avaliadas constituem parte do Banco de Germoplasma (BAG) de Caiaué da Embrapa Amazônia Ocidental. Este BAG está localizado no Campo Experimental do Rio Urubu (CERU), na cidade de Rio Preto da Eva/AM a, aproximadamente, 150 km de Manaus, latitude 2°35' S, longitude 59°28' W, no distrito agropecuário da Superintendência da Zona Franca de Manaus – SUFRAMA, às margens do Rio Urubu.

De acordo com a classificação de Köppen, o clima é do tipo Ami, quente e úmido, tropical chuvoso, com variação anual de temperatura inferior a 5 °C sem definição das estações verão e inverno. A umidade relativa do ar varia em torno de 85 %. A média de insolação total anual é de 1.940 horas e a pluviosidade anual média é de aproximadamente 2.100 mm, em área com latossolo amarelo de textura muito argilosa, predominante. A temperatura média anual varia em torno de 27 °C, com média de máximas de 32 °C e de mínimas 21 °C.

Avaliou-se um total de nove subamostras (acessos) de caiaué originalmente coletadas na região de Coari – AM. As plantas encontram-se no BAG caiaué sem delineamento estatístico e com número variável de plantas por subamostra (Tabela 1). As avaliações foram realizadas no ano de 2011, com caracterização de comprimento da ráquis (CR), número de folíolos (NF), comprimento de folíolo (CF), largura de folíolo (LF), comprimento do pecíolo (CP) e altura do estipe (AE).

Tabela 1: Subamostras de caiaué (*Elaeis oleifera*) originárias de diferentes locais do município de Coari/AM, atualmente em depósito no Banco Ativo de Germoplasma de Caiaué da Embrapa Amazônia Ocidental, Manaus, 2011

Subamostra	Origem	Número de plantas
RUC 226	FMI/Izidoro	20
RUC 228	FMI/Barreira	20
RUC 227	FMI/Paxica	20
RUC 236	FMI/Lago Mamiá Terra Preta	20
RUC 237	FMI/Lago Mamiá Terra Preta	20
RUC 231	FMI/Lago Mamiá Garibalde	17
RUC 235	FMI/Lago Mamiá Terra Preta	11
RUC 234	FMI/Lago Mamiá Terra Preta	20
RUC 232	FMI/Ponta Grossa	20

O CR foi feito considerando-se a distância entre os primeiros primórdios de folíolos até o ápice da folha. Para CF e LF, utilizaram-se dados de seis folíolos (três folíolos à esquerda e outros três à direita) na parte mediana da ráquis (3/5 da longitude da mesma). A AE foi avaliada medindo-se a distância entre a base peciolar da folha 33 e a superfície do solo. Quantificou-se, ainda, a área foliar (AF) por meio da fórmula: $AF = 0,55 \times NF \times (LF \times CF)$, em que 0,55 é um índice de correção padrão utilizado para o cálculo desta estimativa.⁴

Considerando a inexistência de delineamento experimental, os dados foram submetidos à análise estatística descritiva (médias, coeficiente de variação e desvio padrão), utilizando-se o software Genes.⁵ Adotaram-se, ainda, a distância euclidiana média padronizada como medida de dissimilaridade, o método UPGMA para agrupamento hierárquico dos cultivares e a técnica de componentes principais para análise de dispersão gráfica.

RESULTADOS E DISCUSSÃO

As médias, variâncias e desvio padrão de cada subamostra avaliada estão apresentados na tabela 2. Pode-se verificar que o coeficiente de variação (CV) das variáveis analisadas variou entre 6,98 % e 14,86 % sugerindo confiabilidade dos resultados apresentados.

A subamostra 227 apresentou a maior média de NF (188), apresentando, também, médias de CF e LF superiores à média geral (Tabela 2). Estes resultados são promissores, uma vez que existe relato na literatura de existência de correlação positiva e significativa de NF, CF e LF com o número de frutos frescos no cacho (FFC), ou seja, quanto maiores os valores de NF, CF e LF, maiores as quantidades de FFC. Esta última, variável de grande importância para a seleção de genótipos superiores.⁶

Tabela 2: Média, coeficiente de variação e desvio padrão das variáveis comprimento de ráquis (CR), número de folíolos (NF), comprimento de folíolo (CF), largura do folíolo (LF), comprimento do pecíolo (CP), largura do pecíolo (LP), profundidade do pecíolo (PP) e altura do estipe (AE) em nove subamostras (SB) de caiaué coletadas em diferentes locais de Coari/AM

SB	CR			NF			CF			LF			CP			LP			PP			AE		
	\bar{Y}	CV	σ	\bar{Y}	CV	σ	\bar{Y}	CV	σ	\bar{Y}	CV	σ	\bar{Y}	CV	σ	\bar{Y}	CV	σ	\bar{Y}	CV	σ	\bar{Y}	CV	σ
226	466,96	6,59	30,77	172,95	6,26	10,82	121,69	6,96	8,47	5,25	8,29	0,44	166,44	11,96	19,90	5,12	8,30	0,42	3,26	7,38	0,24	111,86	12,28	13,74
227	458,78	8,54	39,20	188,00	6,17	11,61	115,34	8,92	10,29	5,49	8,51	0,47	176,50	10,07	17,77	4,92	9,25	0,45	3,39	8,59	0,29	120,53	13,40	16,15
228	450,86	9,14	41,21	178,12	7,48	13,33	117,84	8,95	10,55	4,89	11,78	0,58	155,63	11,43	17,78	5,01	11,00	0,55	3,26	12,65	0,41	123,42	9,85	12,16
231	420,72	7,57	31,86	163,41	7,76	12,68	129,00	10,06	12,98	5,29	9,15	0,48	163,35	13,35	21,80	5,01	8,86	0,44	3,34	7,03	0,23	88,12	12,78	11,26
232	445,27	9,85	43,84	162,10	7,97	12,92	118,14	10,04	11,87	5,92	12,36	0,73	200,66	10,62	21,32	4,89	9,19	0,45	3,24	11,00	0,36	78,90	21,56	17,01
234	401,68	9,31	37,41	161,00	5,28	8,50	117,79	8,32	9,80	5,26	8,83	0,46	168,28	10,80	18,17	4,50	8,25	0,37	3,00	8,31	0,25	89,53	13,88	12,43
235	414,11	9,84	40,73	162,00	5,82	9,42	116,78	6,90	8,05	5,47	10,30	0,56	164,88	10,81	17,82	4,56	8,04	0,37	2,98	8,85	0,26	90,50	11,30	10,23
236	356,74	8,23	29,37	168,80	9,89	16,69	95,76	8,43	8,07	5,56	12,93	0,72	155,36	9,73	15,12	3,90	7,62	0,30	2,63	8,09	0,21	55,23	17,89	9,88
237	352,29	8,06	28,41	143,90	6,17	8,88	101,15	7,10	7,18	5,13	8,59	0,44	169,35	8,74	14,81	3,78	10,93	0,41	2,63	9,48	0,25	63,96	14,73	9,42
\bar{Y} geral	418,60	8,57	35,87	166,70	6,98	11,65	114,83	8,41	9,70	5,36	10,08	0,54	168,94	10,83	18,28	4,63	9,05	0,42	3,08	9,04	0,28	91,34	14,19	12,48

SB = subamostra; \bar{Y} = média; CV = coeficiente de variação; σ = desvio padrão

As menores médias de altura do estipe foram verificadas nas subamostras 236 (55,23 cm) e 237 (63,96 cm) (Tabela 2). Estes valores foram bastante inferiores à média geral, de 91,34 cm. Porém, apesar da diferença de AE entre as subamostras avaliadas, torna-se necessária a quantificação desta variável anualmente, para a estimativa da taxa de crescimento anual. Esta variável é de grande interesse para

a seleção de genótipos com menor taxa de crescimento do tronco, ou seja, maior facilidade para colheita de cachos, conseqüentemente, maior longevidade de exploração comercial.

A área foliar das subamostras variou entre 4,10 m² (subamostra 237) e 6,55 m² (subamostra 227) (Figura 1).

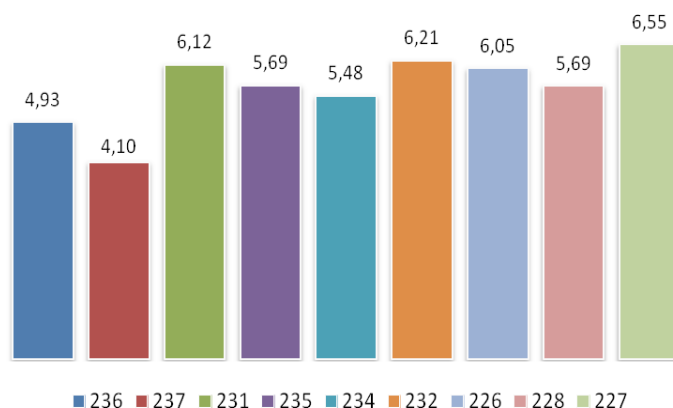


Figura 1: Médias de Área foliar (cm²) de plantas oriundas de nove subamostras de caiaué (236, 237, 231, 235, 234, 232, 226, 228 e 227) coletadas em diferentes locais de Coari/AM.

O dendrograma apresentado na Figura 2 foi utilizado como forma de visualizar o padrão de relacionamento genético entre as subamostras para fins de seleção, o qual, em conjunto com as técnicas de agrupamento e análises de dispersão, possibilitaram uma visualização do grau de divergência genética entre os materiais sob avaliação.

Verificaram-se, hierarquicamente, três diferentes padrões de similaridade genética, considerando o índice de dissimilaridade de 60 a 70% (Figura 2). No

primeiro padrão, verifica-se alta similaridade entre as subamostras 235, 234, 231, 226, 228 e 227. A subamostra 232 mostrou-se isolada das demais quanto ao índice de similaridade e 236 e 237 apresentaram alta similaridade, segundo as variáveis avaliadas (Figura 2). De posse destas informações, a seleção de genótipos pode ser direcionada com base na divergência genética dos materiais, evitando-se cruzamentos envolvendo progênes aparentadas.

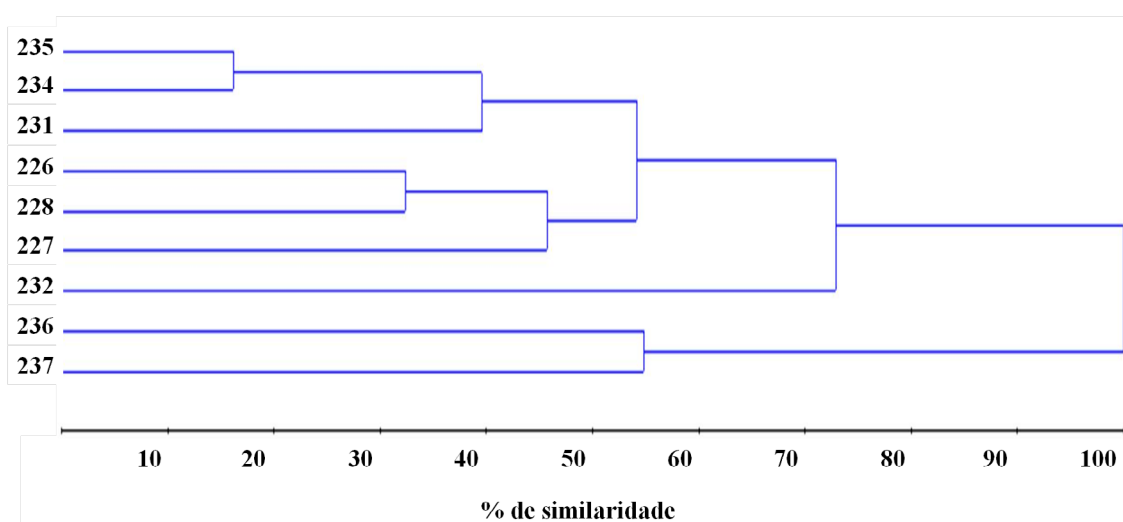


Figura 2: Dendrograma obtido pelo método UPGMA, utilizando-se como medida de dissimilaridade a distância euclidiana média padronizada a partir de nove variáveis fenotípicas, considerando-se nove subamostras de caiaué (236, 237, 231, 235, 234, 232, 226, 228 e 227) coletadas em diferentes locais de Coari/AM.

Por meio da metodologia de componentes principais, pôde-se verificar que dois componentes explicaram mais de 80% da variação total, ou seja, a dispersão gráfica em duas dimensões foi possível, sem distorção dos dados (Tabela 3).

Verificou-se que as variáveis CR, AE e CP foram aquelas de maior importância na diferenciação das subamostras uma vez que apresentaram maiores elementos dos autovetores nos primeiros autovalores (Tabela 3). Em geral, consideram-se para a análise por componentes principais, os autovetores associados a

autovalores inferiores a 0,7 (Tabela 3). Para as demais variáveis, houve comportamento contrário, ou seja, maiores pesos nos últimos autovetores sendo, portanto, variáveis de menor importância para o estudo de diversidade genética, visto que os últimos autovalores são aqueles que explicam muito pouco a variabilidade dos dados. Para CP, verificou-se elevado elemento de autovetor tanto para autovalores inferiores a 0,7 quanto para aqueles superiores 0,7. Logo, esta característica foi importante para discriminação das subamostras (Tabela 3).

Tabela 3: Estimativas de autovetores obtidos da matriz de correlação entre as variáveis comprimento de ráquis (CR), número de folíolos (NF), área foliar (AF), comprimento de folíolo (CF), largura do folíolo (LF), comprimento do pecíolo (CP), largura do pecíolo (LP), profundidade do pecíolo (PP) e altura do estipe (AE), avaliadas em nove subamostras (SB) de caiué coletadas em diferentes locais de Coari/AM

λ_j	λ_j (%) acúmulo	Elementos dos autovetores associados às variáveis								
		CR	NF	AF (m ²)	CF	LF	CP	LP	PP	AE
5,75	63,92	0,405	0,298	0,392	0,346	0,012	0,106	0,408	0,409	0,358
1,92	85,25	0,018	-0,158	0,174	-0,007	0,674	0,634	-0,015	0,027	-0,296
0,84	94,62	0,024	0,719	0,143	-0,546	0,313	-0,162	-0,152	-0,105	0,078
0,36	98,62	0,260	-0,032	-0,318	-0,383	-0,323	0,613	-0,111	-0,027	0,437
0,07	99,39	0,624	-0,247	-0,150	-0,071	0,275	-0,270	0,300	-0,529	0,064
0,05	99,93	-0,182	-0,138	0,274	0,302	0,220	-0,036	-0,469	-0,325	0,637
0,01	99,99	-0,098	0,446	0,027	0,382	-0,270	0,329	0,160	-0,627	-0,214
0,00	100,00	0,566	0,017	0,266	0,103	-0,237	-0,018	-0,639	0,050	-0,362
0,00	100,00	0,120	0,300	-0,725	0,427	0,301	-0,043	-0,232	0,201	0,034

λ_j = autovalor obtido da matriz de correlação.

A figura 3 mostra a dispersão das subamostras num plano bidimensional, observando-se a formação de três grupos principais: o grupo I constituído pelas subamostras 236 e 237; o grupo II constituído apenas pela subamostra 232 e o grupo III composto pelas

subamostras 235, 234, 231, 226, 227 e 228. Este resultado está de acordo com a hierarquia apresentada pelo dendrograma UPGMA na Figura 1, com ponto de corte entre 60 e 70 % de dissimilaridade.

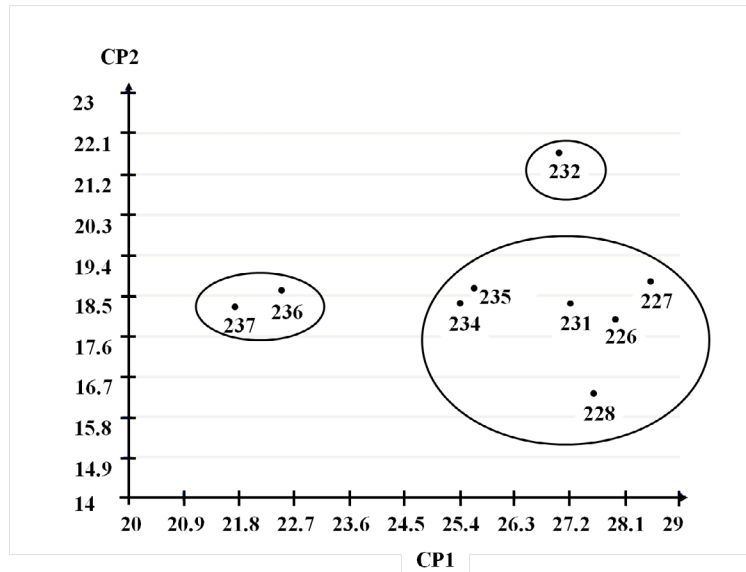


Figura 3: Dispersão gráfica de nove subamostras de caiaué, originárias de Coari-AM, em relação ao primeiro e ao segundo componente principal, estabelecidos pela combinação linear de nove características fenotípicas.

Embora as variáveis aqui analisadas não permitam inferir sobre o potencial produtivo e a qualidade de óleo das subamostras avaliadas, visto que até o momento as características de produção de cacho ainda não foram avaliadas, a existência de correlações positivas entre estas variáveis e outras relacionadas à produção ⁶ sugerem que as informações apresentadas neste trabalho possam ser de grande utilidade para programas de melhoramento, principalmente quando se considera a escassez de informações para a espécie estudada.

CONCLUSÃO

Os dados de dissimilaridade tanto por dendrograma quanto por dispersão gráfica apontam a existência de variabilidade entre as subamostras avaliadas. Porém, apesar da existência de correlação positiva e significativa entre algumas destas variáveis morfológicas e número de frutos no cacho, é necessária a avaliação dos dados de produção, em especial, número de cachos por planta e taxa de extração de óleo dos frutos, para que o estudo da diversidade genética

nestas subamostras possa orientar os programas de melhoramento da palma de óleo.

REFERÊNCIAS

1. SANTOS, M.A.S. et al. O comportamento do mercado do óleo de palma no Brasil e na Amazônia. Estudos setoriais, 11. Belém, Pará, 1998. 27p. Disponível em: <<http://www.bancoamazonia.com.br/bancoamazonia2/inclui/institucional/arquivos/biblioteca/artigos/agronegocios/EstSetorial11.pdf>>. Acesso em: 06 de dezembro de 2010.
2. FAOSTAT – Production/Crop Processed. 2008. Disponível em: <<http://faostat.fao.org/site/636/default.aspx#ancor>>. Acessado em: 10 de dezembro de 2010.
3. RAJANAIDU, N.; RAO, V.R. Managing Plant Genetic Diversity. IPGRI, 2002. Disponível em: <<http://www2.bioversityinternational.org/publications/727/pdf/0851995225Ch39.PDF>>. Acesso em: 11 de janeiro de 2011.

4. CORLEY, R.H.V.; TINKER, P.B. *The oil palm*. 4. ed. Blackwell Science Ltd. 2003. 562p. 21, p. 135-138, 1998.
5. CRUZ, C.D. *Genes: Software for experimental statistics in genetics*. Genetic and Molecular Biology, v. 6. KUSHAIRI, A. et al. Agronomic performance and genetic variability of dura x Pisifera PROGENIES. *Journal of Oil Palm Research*, v. IP, n.2, p. 1-24, 1999.