

Seminário de Pós-Graduação na Embrapa Amazônia Ocidental: Integrando Esforços para o Desenvolvimento da Amazônia

Cleci Dezordi
Wenceslau Geraldes Teixeira
Editores-Técnicos



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

Seminário de Pós-Graduação na Embrapa Amazônia Ocidental: Integrando Esforços para o Desenvolvimento da Amazônia

*Cleci Dezordi
Wenceslau Geraldes Teixeira*
Editores-Técnicos

*Embrapa Amazônia Ocidental
Manaus, AM
2008*

Exemplares desta publicação podem ser adquiridos na:

Embrapa Amazônia Ocidental

Rodovia AM-010, Km 29, Estrada Manaus/Itacoatiara

Caixa Postal 319, 69010-970, Manaus - AM

Fone: (92) 3303-7800

Fax: (92) 3303-7820

www.cpa.embrapa.br

Comitê Local de Publicações

Presidente: *Celso Paulo de Azevedo*

Secretária: *Gleise Maria Teles de Oliveira*

Membros: *Carlos Eduardo Mesquita Magalhães*

Cheila de Lima Boijink

Cintia Rodrigues de Souza

José Ricardo Pupo Gonçalves

Luis Antonio Kioshi Inoue

Marcos Vinícius Bastos Garcia

Maria Augusta Abtibol Brito

Paula Cristina da Silva Ângelo

Paulo César Teixeira

Regina Caetano Quisen

Revisor de texto: *Síglia Regina dos Santos Souza*

Normalização bibliográfica: *Maria Augusta Abtibol Brito*

Diagramação e arte: *Gleise Maria Teles de Oliveira*

Webdesign: *Doralice Campos Castro*

1ª edição (2008): 50 CDs

Todos os direitos reservados.

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

CIP-Brasil. Catalogação-na-publicação.

Embrapa Amazônia Ocidental.

Seminário de Pós-Graduação na Embrapa Amazônia Ocidental (1. : 2008 : Manaus).

Integrando esforços para o desenvolvimento da Amazônia / editores Cleci Dezordi e Wenceslau Geraldes Teixeira. Manaus: Embrapa Amazônia Ocidental, 2008.

124 p.

ISBN 978-85-89111-05-8

1. Pesquisa. 2. Congresso. I. Dezordi, Cleci. II. Teixeira, Wenceslau Geraldes. III. Título.

CDD 630.72

© Embrapa 2008

Editores

Cleci Dezordi

Bolsista CNPq, Embrapa Amazônia Ocidental,
Manaus, AM, cleci.dezordi@cpaa.embrapa.br

Wenceslau Geraldes Teixeira

Engenheiro Agrônomo, D.Sc. em Física e Manejo do
Solo, pesquisador da Embrapa Amazônia Ocidental,
Manaus, AM, wenceslau@cpaa.embrapa.br

Repetibilidade da Produção de Cachos, Anomalias Florais e Germinação de Pólen de Híbridos Interespecíficos entre o Caiaué e o Dendzeiro

G. S. Chia¹; R. Lopes²; R. N. V. da Cunha²; R. N. Carvalho da Rocha²; M. T. G. Lopes³

¹Doutorando do Curso de Pós-Graduação em Agronomia Tropical, Universidade Federal do Amazonas (Ufam)/Embrapa Amazônia Ocidental, Bolsista Fapeam, gilson.chia@cpaa.embrapa.br; ²Pesquisador da Embrapa Amazônia Ocidental, Manaus, AM, ricardo.lopes@cpaa.embrapa.br, raimundo.cunha@cpaa.embrapa.br, raimundo.rocha@cpaa.embrapa.br; ³Faculdade de Ciências Agrárias/Universidade Federal do Amazonas (FCA/Ufam), Mini Campus, Manaus, AM, mtglopes@ufam.edu.br

Apoio: Embrapa Amazônia Ocidental, CNPq, Fapeam, ATU-Inpa.

Resumo

A hibridação interespecífica entre dendzeiro e caiaué explora a possibilidade de obter variedades tão produtivas quanto às do dendzeiro e resistentes a pragas e doenças, em especial ao amarelecimento-fatal. O objetivo deste trabalho foi estimar os coeficientes de repetibilidade (\hat{r}) para caracteres de produção de cachos, a associação de ocorrência de anomalias nas inflorescências femininas (ginandromorfia) e o tipo de genitor masculino usado na hibridação e viabilidade de pólen dos híbridos. Os \hat{r} foram estimados pelos métodos Anova, CPR, CPCV e AER. Para estudo da ginandromorfia foram analisados cruzamentos entre caiaué e dendzeiro tipo Dura (OxD), tipo Tenera (OxT) e tipo Pisífera (OxP). A frequência de ginandromorfia nos cruzamentos foi comparada pelo teste t. A viabilidade de pólen foi analisada empregando-se o delineamento inteiramente casualizado, com seis tratamentos e cinco repetições. Na análise dos \hat{r} , o método CPCV, o mais adequado, indicou quatro anos de avaliação para selecionar progênies com R^2 superior a 85% e seis para seleção individual de plantas com R^2 superior a 80%. A ocorrência média de ginandromorfia nos cruzamentos OxP foi estatisticamente superior a dos OxD e OxT, que não diferiram estatisticamente entre si. A viabilidade de pólen do dendzeiro não diferiu estatisticamente ($p < 0,05$) do caiaué, mas foi estatisticamente superior a todos os híbridos, a dos híbridos não diferiu entre si nem do pólen de caiaué.

Palavras-chave: *Elaeis guineensis*, *E. oleifera*, híbridos interespecíficos.

Introdução

O dendzeiro (*Elaeis guineensis* Jacq.), espécie de origem africana, e o caiaué (*E. oleifera* (Kunth) Cortés), espécie de origem americana, são palmeiras oleaginosas que pertencem à família *Arecaceae*. Do fruto do dendzeiro extraem-se dois tipos de óleo: o óleo de dendê, extraído do mesocarpo, e o de palmiste, da amêndoa. Esses óleos são utilizados nas indústrias de alimentos, de cosméticos, farmacêutica, siderúrgica, oleoquímica e para produção de biocombustível. O caiaué pode ser cruzado com o dendzeiro produzindo híbridos viáveis (MEUNIER, 1975; BARCELOS, 1986). No programa de melhoramento genético do dendzeiro da Embrapa Amazônia Ocidental, priorizou-se a hibridação interespecífica entre essas espécies, em razão da resistência do caiaué à anomalia denominada amarelecimento-fatal (AF), que também é expressa nos híbridos F_1 . O AF tem causado perdas drásticas em diversos plantios na América Latina, incluindo o Brasil, e, apesar de mais de três décadas de estudo,

ainda é desconhecida a origem da anomalia (FRANQUIVILLE, 2001). Por ser a resistência genética a única solução encontrada para o problema até o momento, e o caiaué, sua única fonte, são necessários estudos que viabilizem o melhoramento genético e o plantio de híbridos interespecíficos.

Este trabalho foi desenvolvido com objetivo de auxiliar o programa de melhoramento interespecífico entre caiaué e dendezeiro. Estimaram-se os coeficientes de repetibilidade da produção de cachos; analisou-se a relação entre o tipo de genitor de dendezeiro e a ocorrência de anomalias nas inflorescências masculinas dos híbridos, bem como a viabilidade de pólen de híbridos com diferentes tipos de genitores de dendezeiro.

Material e Métodos

O trabalho foi desenvolvido no Campo Experimental do Rio Urubu – Ceru/Embrapa Amazônia Ocidental, localizado a 160 quilômetros ao norte de Manaus (2°35'S e 59°28'W) na Rodovia ZF-07, no Distrito Agropecuário da Superintendência da Zona Franca de Manaus (Suframa), no Município de Rio Preto da Eva.

Coeficientes de repetibilidade da produção de cachos de híbridos interespecíficos entre caiaué e dendezeiro

Realizaram-se avaliações para número de cachos (NC), produção total dos cachos (PTC) e peso médio dos cachos (PMC), durante sete anos. Os coeficientes de repetibilidade (\hat{r}) foram estimados empregando quatro métodos: análise de variância (Anova), componentes principais com base na matriz de correlações (CPR) e

de covariâncias (CPCV) e análise estrutural com base na matriz de correlações (AER). Foram obtidas, também, as estimativas do número de avaliações (η) necessárias para prever o valor dos genótipos a partir de valores estabelecidos para o coeficiente de determinação (R^2).

Relação entre tipo de genitor de dendezeiro e ocorrência de anomalias florais em híbridos interespecíficos com o caiaué

Foram analisados três tipos de cruzamentos: caiaué com dendezeiro Dura (OxD), caiaué com dendezeiro Pisífera (OxP) e caiaué com dendezeiro Tenera (OxT). A ocorrência média de inflorescências com anomalias nos diferentes tipos de cruzamento foi comparada pelo emprego do teste t ($p < 0,05$). A homogeneidade das variâncias dos tratamentos foi verificada pelo teste F máximo de Hartley ($p < 0,05$) (HARTLEY, 1950).

Germinação de pólen de híbridos interespecíficos entre caiaué e dendezeiro

O experimento foi conduzido no delineamento inteiramente casualizado com seis tratamentos: as espécies caiaué e dendezeiro e quatro híbridos interespecíficos. A germinação de pólen in vitro dos tratamentos foi analisada com cinco repetições.

As análises foram realizadas no programa GENES (CRUZ, 2006).

Resultados e Discussão

Coeficientes de repetibilidade da produção de cachos de híbridos interespecíficos entre caiaué e dendezeiro

Estimativas obtidas com base na média das progênes

Na Tabela 1, é apresentada a Anova. O efeito das progênes foi significativo ($p < 0,01$) para os três caracteres avaliados, evidenciando variabilidade genética entre as progênes, portanto perspectivas na obtenção de ganhos genéticos por meio de seleção. A Tabela 2 apresenta a estimativa do \hat{r} , para NC, que variou de 0,54 a 0,77; para PTC, que variou de 0,46 a 0,65; e para

PMC que, variou de 0,64 a 0,80. As estimativas dos R^2 obtidas para os três caracteres e pelos quatro métodos foram superiores a 90%, com exceção da obtida para PTC pelo método Anova, 86%, demonstrando que a seleção das progênes superiores pode ser realizada a partir desse período de avaliação.

Tabela 1. Análise de variância dos caracteres NC, PTC e PMC durante sete anos em 10 progênes de híbridos interespecíficos de caiaué com dendezeiro tipo Pisífera.

Fonte de variação	Quadrado médio			
	GL	NC	PTC	PMC
Anos de produção	6	48,45	8.986,78	102,87
Progênie	9	14,24**	2.549,83**	31,36**
Resíduo	54	1,54	362,31	2,36
Média		5,98	88,46	15,18
CV(%)		20,71	21,52	10,13

** Significativo a 1% de probabilidade pelo teste F.

Tabela 2. Estimativas do coeficiente de repetibilidade (\hat{r}), coeficiente de determinação (R^2) e número de avaliações necessárias (η) para obtenção de diferentes R^2 para os caracteres NC, PTC e PMC, estimados pelos métodos Anova, CPCV, de CPR e AEC.

Caráter	Estimativa	Quadrado médio			
		ANOVA*	CPCV*	CPR*	AER*
NC	\hat{q}	0,54	0,77	0,65	0,63
	R^2	89,21	95,91	92,79	92,39
	$\eta R^2 = 85\%$	5(4,80)	2(1,69)	4(3,08)	4(3,26)
	$\eta R^2 = 90\%$	8(7,62)	3(2,68)	5(4,89)	6(5,18)
	$\eta R^2 = 95\%$	16(16,08)	6(5,67)	11(10,34)	11(10,94)
PTC	\hat{q}	0,46	0,65	0,58	0,56
	R^2	85,79	92,73	90,74	90,00
	$\eta R^2 = 85\%$	7(6,68)	4(3,11)	5(4,05)	5(4,41)
	$\eta R^2 = 90\%$	11(10,43)	5(4,94)	7(6,43)	7(14,77)
	$\eta R^2 = 95\%$	23(22,03)	11(10,42)	14(13,57)	15(14,77)
PMC	\hat{q}	0,64	0,80	0,74	0,74
	R^2	92,47	96,63	95,29	95,24
	$\eta R^2 = 85\%$	4(3,23)	2(1,38)	2(1,96)	2(1,98)
	$\eta R^2 = 90\%$	6(5,13)	3(2,19)	4(3,12)	4(3,15)
	$\eta R^2 = 95\%$	11(10,83)	5(4,64)	7(6,58)	7(6,64)

(*)Número aproximado (número calculado).

Estimativas com base na média de plantas individuais

Na Tabela 3, apresenta-se a Anova. O efeito de genótipos foi significativo ($p < 0,01$) para os três caracteres avaliados, evidenciando variabilidade dos caracteres e possibilidade de seleção de indivíduos superiores. Na Tabela 4, observa-se a estimativa do \hat{f} para NC variou de 0,31 a 0,41, para PTC de 0,35 a 0,42 e para PMC de 0,51 a 0,59, para as três características, os R^2 foram baixos, sendo para NC e PTC próximos ou inferiores a 0,4. Essa situação indica maior dificuldade na identificação dos melhores genótipos e necessidade de grande número de medições fenotípicas para boa precisão na seleção dos genótipos. Para atingir valores R^2 superiores

a 85%, o número de anos de avaliação requeridos é de nove para NC, oito para PTC e cinco para PMC. Para nível de precisão superior a 80%, são necessários seis anos para PMC e PTC e cinco para PMC.

Tabela 3. Análise de variância dos caracteres NC, PTC e PMC durante sete anos em 100 indivíduos de híbridos interespecíficos de caiaué com dendezeiro tipo Pisífera.

Fonte de variação	Quadrado médio			
	GL	NC	PTC	PMC
Anos de produção	6	484,54	89.867,81	896,26
Progenie	9	38,87**	9.895,91**	151,03**
Resíduo	54	9,49	2.072,60	18,31
Média		5,98	88,46	14,16
CV(%)		51,49	51,46	30,24

** Significativo a 1% de probabilidade pelo teste F.

Tabela 4. Estimativas do coeficiente de repetibilidade (\hat{f}), coeficiente de determinação (R^2) e número de avaliações necessárias (η) para obtenção de diferentes R^2 para os caracteres NC, PTC e PMC, estimados pelos métodos Anova, CPCV, CPR e AEC.

Caráter	Estimativa	Quadrado médio			
		ANOVA*	CPCV*	CPR*	AER*
NC	\hat{f}	0,31	0,41	0,32	0,31
	R^2	75,58	82,79	76,40	75,72
	$\eta R^2 = 85\%$	10(9,05)	6(5,82)	9(8,65)	9(8,98)
	$\eta R^2 = 90\%$	13(12,82)	9(8,26)	13(12,25)	13(12,72)
	$\eta R^2 = 95\%$	21(20,36)	14(13,09)	20(19,46)	21(20,19)
PTC	\hat{f}	0,35	0,42	0,36	0,36
	R^2	78,97	83,29	80,06	79,48
	$\eta R^2 = 85\%$	8(7,46)	6(5,69)	7(6,98)	8(7,23)
	$\eta R^2 = 90\%$	11(10,56)	8(7,96)	10(9,88)	11(10,24)
	$\eta R^2 = 95\%$	17(16,78)	13(12,64)	16(15,69)	17(16,26)
PMC	\hat{f}	0,51	0,59	0,55	0,54
	R^2	87,88	90,84	89,38	89,23
	$\eta R^2 = 85\%$	4(3,86)	3(2,83)	4(3,33)	4(3,38)
	$\eta R^2 = 90\%$	6(5,47)	5(4,00)	5(4,71)	5(4,78)
	$\eta R^2 = 95\%$	9(8,69)	7(6,36)	8(7,49)	8(7,59)

(*)Número aproximado (número calculado).

Relação entre tipo de genitor de dendezeiro e ocorrência de anomalias florais em híbridos interespecíficos com o caiaué

As freqüências de ocorrência de ginandromorfia nos três tipos de cruzamentos são apresentadas na Tabela 5. Todos os cruzamentos OxP apresentaram plantas com ginandromorfia, variando de 20% a 100%, e média de 71,32%. Nos cruzamentos OxT, três dos 15 não apresentaram ginandromorfia, com

percentual de plantas com anomalias por cruzamento variando de 0% a 40%, em média 14,6% e nos OxD três de 10 cruzamentos apresentaram anomalias, variando de 0% a 20% de plantas por cruzamento, em média 9,58%. A freqüência média de anomalia nos cruzamentos OxP (71,32%) é superior a dos OxT (14,60%) e do OxD (9,58%) (Tabela 6). Nos cruzamentos OxT, tanto as plantas híbridas do tipo Dura (91 plantas) como Tenera (76), apresentaram ocorrência de ginandromorfia.

Tabela 5 Ocorrência de inflorescências ginandromórficas em híbridos interespecíficos nos cruzamentos de caiaué com dendezeiro tipo Dura (OxD), caiaué com dendezeiro tipo Tenera (OxT) e caiaué com dendezeiro tipo Pisífera (OxP), Embrapa Amazônia Ocidental.

N°	Tipo de cruzamento											
	OxD				OxT				OxP			
	Cruz.	N° de plantas			Cruz.	N° de plantas			Cruz.	N° de plantas		
	Total	CA	%	Total	CA	%	Total	CA	%	Total	CA	%
1	RUB 71	10	2	20,0	RUB 41	11	0	0,0	RUB 72	10	9	90,0
2	RUB 54	10	1	10,0	RUB 51	10	1	10,0	RUB 75	10	7	70,0
3	RUB 55	10	1	10,0	RUB 50	10	2	20,0	RUB 77	10	10	100,0
4	RUB 52	10	1	10,0	RUB 46	10	4	40,0	RUB 79	10	8	80,0
5	RUB 48	11	2	18,2	RUB 44	12	2	16,7	RUB 80	10	4	40,0
6	RUB 45	10	2	20,0	RUB 68	10	1	10,0	RUB 81	10	5	50,0
7	RUB 47	11	1	9,1	RUB 42	12	0	0,0	RUB 84	10	2	20,0
8	RUB 43	12	0	0,0	RUB 66	12	1	8,3	RUB 85	10	9	90,0
9	RUB 63	10	1	10,0	RUB 65	12	3	25,0	RUB 86	10	10	100,0
10	RUB 38	13	0	0,0	RUB 39	10	2	20,0	RUB 88	11	8	72,7
11	RUB 36	12	0	0,0	RUB 2	12	4	33,3	RUB 87	11	9	81,8
12	RUB 58	13	1	7,7	RUB 60	12	0	0,0				
13					RUB 59	11	2	18,2				
14					RUB 57	11	1	9,1				
15					RUB 56	12	1	8,3				
Total		132	12		67	24			112	81		
Max (%)				20,00				40,00				100,00
Min (%)				0,00				0,00				20,00
Média				9,58				14,60				71,32
Variância				51,90				140,74				632,79

Tabela 6. Comparação das médias de ocorrência de inflorescências masculinas anormais entre tipos de cruzamentos interespecíficos caiaué x dendezeiro.

Tipo de cruzamento	Fc para homogeneidade das variâncias	GL	t
(OxD) x (OxT)	2,71ns		1,35ns
(OxD) x (OxP)	12,19*		7,85*
(OxT) x (OxP)	4,49*		6,94*

* e ns, significativo e não significativo a 5% de probabilidade, respectivamente

Germinação de pólen de híbridos interespecíficos entre caiaué e dendezeiro

Na Tabela 7, é apresentada a Anova. O efeito dos tratamentos foi significativo no percentual de germinação de pólen indicando que existem diferenças entre as médias destes ($p=0,017\%$). A germinação percentual média foi de 64,53% e variou de 84,81%, para o dendezeiro tipo Pisífera, a 54,80% no híbrido Tenera obtido a partir do cruzamento entre o dendezeiro Tenera e o caiaué. Na Tabela 8, são apresentadas as médias dos tratamentos. O percentual de germinação de pólen de dendezeiro tipo Pisífera (84,81%) foi estatisticamente superior ao percentual de germinação de pólen dos híbridos interespecíficos, mas não diferiu do percentual de germinação de pólen do caiaué (73,13%). O percentual de germinação do pólen de caiaué, embora com valor superior ao dos híbridos, não diferiu estatisticamente destes. Os percentuais de germinação dos híbridos não diferiram estatisticamente entre si e apresentaram valores próximos.

Tabela 7. Análise de variância da germinação percentual de grãos de pólen de dendezeiro, caiaué e híbridos interespecíficos.

Fonte de variação	GL	SQ	QM	F	Prob. (%)
Tratamento	5	3512,40	702,48	7,83*	0,0173
Resíduo	24	2153,53	89,73		
Total	29	5665,93			
Média		64,53			
CV%		14,68			

** Significativo a 1% de probabilidade.

Tabela 8. Percentual médio de germinação de pólen de dendezeiro, caiaué e híbridos interespecíficos.

Tipo de pólen	Média*
Dendezeiro Pisífera	84,81 ^a
Caiaué	73,13 ^{ab}
Híbrido tipo Dura (OxT)	58,29 ^b
Híbrido Dura (OxP)	58,10 ^b
Híbrido Dura (OxD)	58,02 ^b
Híbrido Tenera (OxT)	54,80 ^b
Média	64,53

*Médias seguidas da mesma letra na coluna não diferem estatisticamente entre si pelo teste de Tukey ao nível de 5% de probabilidade.

Conclusões

Para seleção de progênies híbridas com acurácia superior a 85%, são necessários quatro anos de avaliação da produção de cachos na fase adulta. Para seleção individual de plantas híbridas com acurácia superior a 80% na predição do valor dos indivíduos, são necessários pelo menos seis anos de avaliação na fase adulta.

A ocorrência de ginandromorfia em híbridos interespecíficos obtidos do cruzamento entre o caiaué e o dendezeiro está associada, direta ou indiretamente, com o gene Pisífera oriundo do dendezeiro. As anomalias ocorrem durante todos os meses do ano.

A germinação de pólen de híbridos interespecíficos é inferior à das espécies genitoras caiaué e dendezeiro, contudo não é fator impeditivo à polinização e à frutificação dos híbridos, desde que haja número suficiente de inflorescência em antese e população de polinizadores que garantam a dispersão do pólen para as inflorescências femininas.

Referências

BARCELOS, E. **Características genéticas e ecológicas de populações naturais de caiaué (*Elaeis oleifera* (H.B.K) Cortés na Amazônia Brasileira**. 1986. 108 p. Dissertação (Mestrado) - INPA/UA, Manaus.

CRUZ, C. D. **Programa Genes: biometria**. Viçosa: UFV, 2006. 382 p.

FRANQUIVILLE, H. **Oil palm bud rot in Latin America: preliminary review of established facts and achievements**. S.l.: Cirad Tree Crops Department, 2001. 35 p.

HARTLEY, H. O. The use of range in analysis of variance. **Biometrika**, v. 37, p. 271-280, 1950.

MEUNIER, J. Le palmier de huile american, *Elaeis melanococca*. **Oléagineux**, v. 30, p. 51-62, 1975.