



ARTIGO ORIGINAL

Gilson Sanchez Chia¹
Ricardo Lopes^{1*}
Raimundo Nonato Vieira da Cunha¹
Raimundo Nonato Carvalho da Rocha¹
Sara de Almeida Rios¹

¹Embrapa Amazônia Ocidental, Rod. AM 010,
km 29, Zona Rural, 69010-970,
Manaus, AM, Brasil

Autor correspondente:

*E-mail: ricardo.lopes@cpaa.embrapa.br

PALAVRAS-CHAVE

Elaeis guineensis
Elaeis oleifera
Hibridação interespecífica
Anomalia floral

KEYWORDS

Elaeis guineensis
Elaeis oleifera
Interspecific hybridization
Flower anomaly

Gene *sh* e ginandromorfia em inflorescências masculinas de híbridos F1 entre o caiaué e o dendezeiro

Sh gene and gynandromorphy in male inflorescences of F1 hybrid between caiaue and oil palm

RESUMO: Os programas de melhoramento genético têm explorado o caiaué no desenvolvimento de híbridos interespecíficos (HIE) com o dendezeiro, principalmente para desenvolver cultivares resistentes ao Amarelecimento Fatal (AF), anomalia à qual o dendezeiro é suscetível. Nesses HIE, tem sido verificada a ocorrência de ginandromorfia nas inflorescências masculinas, característica que afeta a produção de pólen das plantas. Neste estudo, foi analisada a relação entre o gene *sh* (gene da espessura do endocarpo) e a ocorrência da ginandromorfia nos HIE. Foram analisados três tipos de cruzamentos: 12 cruzamentos de caiaué com dendezeiro-dura, homocigoto *sh+sh+* (C × D); 11 de caiaué com dendezeiro pisífera, homocigoto *sh-sh* (C × P), e 15 de caiaué com dendezeiro-tenera, heterocigoto *sh+sh-* (C × T), com 10 a 13 plantas por cruzamento. A ocorrência de inflorescências ginandromorfas foi avaliada durante um ano. A ocorrência média de plantas com inflorescências ginandromorfas foi de 9,6% nos cruzamentos C × D e de 14,6% nos C × T, valores que não diferiram estatisticamente entre si, e que foram estatisticamente inferiores à média de plantas com inflorescências ginandromorfas dos cruzamentos C × P (71,32%). Nos cruzamentos estudados, foi encontrada clara associação do alelo *sh-* com a ginandromorfia em inflorescências masculinas e verificado que a anomalia ocorre durante todos os meses do ano.

ABSTRACT: *Oil palm breeding programs have explored caiaue for the development of interspecific hybrids (ISH) with oil palm, mainly to develop varieties resistant to Bud Rot (BR), an anomaly to which oil palm is susceptible. The occurrence of gynandromorphy in the male inflorescences was verified in these ISH, a characteristic that affects the plant pollen production. The relation between the sh gene (shell thickness gene), present in oil palm, and the occurrence of gynandromorphy in the ISH were analyzed in this study. Three types of crosses were analyzed: 12 crosses between caiaue and oil palm dura (C × D), 15 crosses between caiaue and oil palm tenera (C × T), and 11 crosses between caiaue and oil palm pisifera (C × P), with 10 to 13 plants per cross. The occurrence of gynandromorphy was evaluated for one year. The average occurrence of plants with gynandromorphs inflorescences was 9.6% in the C × D crosses and 14.6% in the C × T crosses, with no statistical differences, and they were statistically lower than the average in the C × P crosses (71.3%). There is a clear association between the sh- allele and gynandromorphic male inflorescences in these crosses, which occurs throughout the year.*

1 Introdução

O dendezeiro ou palma-de-óleo-africana (*Elaeis guineensis* Jacq.) é a principal fonte mundial de óleo vegetal. Em 2010, a produção mundial de óleo de palma foi de 45,1 milhões t, em uma área de produção de 15,0 milhões ha, enquanto a produção de óleo de soja, com uma área cultivada de 102,4 milhões ha, foi de 39,8 milhões t (FOOD..., 2012). Além do potencial produtivo da espécie, o custo de produção do óleo de palma é inferior ao das outras principais oleaginosas (ZIMMER, 2009). Logo, o dendezeiro destaca-se como a espécie que deverá ser responsável por atender à maior parte da crescente demanda mundial de óleo vegetal, estimada em 240 milhões t para 2050 (CORLEY, 2009).

As estimativas de crescimento de consumo de óleos vegetais indicam que é necessário expandir a área de cultivo dendezeiro e, nesse contexto, a palmicultura tem grande potencial para contribuir com o desenvolvimento dos países latino-americanos que possuem regiões com clima tropical úmido, com benefícios econômicos, sociais e ambientais (LOPES et al., 2008; CORLEY, 2009). Porém, nesses países, a palmicultura vem sendo afetada por uma anomalia de etiologia ainda desconhecida, denominada Amarelecimento Fatal (AF), identificada há mais de 30 anos e que já dizimou milhares de hectares de dendezeiro, causando insegurança e ameaçando a expansão da atividade na América Latina (DE FRANQUEVILLE, 2003).

Apesar dos numerosos estudos realizados nas últimas décadas, considerando tanto fatores bióticos como abióticos, não existe método de controle eficaz do AF, mas sabe-se que tanto o caiaué ou a palma-de-óleo-americana [*E. oleifera* (H.B.K) Cortes], espécie próxima e com características semelhantes ao dendezeiro (BARCELOS et al., 2002; CUNHA et al., 2012), bem como o híbrido interespecífico (HIE) entre essas espécies, não são afetados pela anomalia. O caiaué não é cultivado comercialmente em razão da sua baixa produtividade de óleo, mas, além de a espécie não ser afetada pelo AF, apresenta também resistência a outras pragas e doenças, reduzida taxa anual de crescimento vertical do estipe e óleo de qualidade superior, características estas de interesse para o melhoramento genético do dendezeiro (CUNHA et al., 2012).

Os resultados obtidos com a hibridação interespecífica demonstram que é possível desenvolver cultivares tão produtivas como as atuais de dendezeiro, com taxa de crescimento vertical do estipe, em média, um terço inferior, e resistência ao AF (CUNHA et al., 2012; CUNHA; LOPES, 2010). Contudo, alguns problemas têm sido verificados nos HIE, como a ocorrência de anomalias nas inflorescências masculinas, fenômeno conhecido como ginandromorfia. A arquitetura das inflorescências ginandromorfas assemelha-se às inflorescências masculinas normais, apresentando espiguetas cilíndricas elipsoides carregando muitas flores, mas em vez das flores masculinas, desenvolvem-se pequenas flores femininas e a inflorescência é incapaz de produzir pólen (BAUDOUIN, 1983). Além disso, a polinização no HIE é afetada pela baixa atratividade dos polinizadores da espécie africana pelas inflorescências do HIE e pela menor viabilidade de pólen produzido (CHIA et al., 2009). Em virtude

dessas características, plantios comerciais de HIE requerem polinização assistida para atingir seu potencial produtivo (CUNHA; LOPES, 2010), o que eleva o custo de produção, pois é necessário produzir ou comprar pólen, e manter rondas para polinização a cada dois ou três dias, para identificar e polinizar inflorescências femininas no período adequado de recepção do pólen.

A classificação mais importante do dendezeiro, tanto do ponto de vista econômico como taxonômico, é baseada na presença e na espessura do endocarpo, uma característica monogênica (BEINAERT; VANDERWEYEN, 1941). Com base nessa característica, distinguem-se três tipos de plantas (tipos varietais): a) dura (sh+sh+): tipo de planta que produz frutos que apresentam endocarpo com espessura de 2 a 8 mm, 35 a 65% de mesocarpo/fruto; b) tenera (sh+sh-): tipo de planta que produz frutos que apresentam endocarpo com espessura de 0,5 a 4 mm, 55 a 96% de mesocarpo/fruto; quando os frutos são cortados no sentido transversal, verifica-se a presença de um anel de fibra no mesocarpo; c) pisífera (sh-sh-): tipo de planta que produz frutos que não apresentam endocarpo, mas com alta esterilidade feminina, sendo raros os cachos produzidos. Em função da maior rentabilidade de polpa, os cultivos comerciais são estabelecidos com o tipo tenera, híbrido obtido do cruzamento de planta dura (genitor feminino) com pisífera (genitor masculino) (CORLEY; TINKER, 2003). No caiaué, não ocorre o gene pisífera; a espécie apresenta baixa relação polpa/fruto e endocarpo espesso, sendo, para fins de melhoramento genético, considerada como do tipo dura (CUNHA et al., 2012). Nos cruzamentos interespecíficos realizados nos programas de melhoramento genético, o caiaué tem sido utilizado como genitor feminino e o dendezeiro do tipo pisífera ou tenera como genitor masculino, embora em algumas estratégias de melhoramento possam ser realizados cruzamentos também com dendezeiro do tipo dura (CUNHA et al., 2012).

O objetivo deste trabalho foi analisar a associação entre o gene da espessura do endocarpo e a ocorrência de ginandromorfia em inflorescências masculinas nos híbridos interespecíficos entre o caiaué e o dendezeiro.

2 Material e Métodos

O estudo foi desenvolvido no Campo Experimental de Rio Urubu (CERU), localizado a, aproximadamente, 140 km de Manaus, latitude 2° 25' S e longitude 59° 33' W. O clima é do tipo Ami (classificação de Köppen), quente úmido, temperatura constantemente alta, valores médios de 31,2 °C e 23,5 °C para máxima e mínima, respectivamente, e precipitações muito elevadas (em torno de 2.200 mm/ano). O solo é do tipo Latossolo Amarelo de textura muito argilosa (GUILLAUMET; RODRIGUES; MIRANDA, 2003).

Foram utilizados 28 cruzamentos de um ensaio de hibridação interespecífica estabelecido em 1991, no espaçamento de 9 × 9 m, em triângulo equilátero (143 plantas ha⁻¹), com os cruzamentos plantados em linha sem delineamento experimental. O número de plantas avaliadas por cruzamento variou de dez a 13 (Tabela 1). Foram analisadas 132 plantas provenientes de 12 cruzamentos de caiaué com dendezeiro dura, homozigoto sh+sh+ (C × D); 112 plantas

provenientes de 11 cruzamentos de caiaué com dendezeiro pisífera, homozigoto sh-sh- (C × P); 167 plantas (91 duras e 76 teneras) provenientes de 15 cruzamentos de caiaué com dendezeiro tenera, heterozigoto sh+sh- (C × T). As avaliações foram realizadas durante o ano de 2007, 15 anos após o plantio no campo. Para classificação das plantas como dura ou tenera, foi realizada a análise visual do corte transversal dos frutos para verificar a presença de anel de fibra no mesocarpo,

característica do tipo tenera, seguindo a descrição de Beinaert e Vanderweyen (1941).

A avaliação da emissão mensal de inflorescências foi realizada visualmente durante 12 meses, sendo registrado o número de inflorescências masculinas emitidas e a ocorrência de inflorescências ginandromorfas. A ocorrência média de plantas com inflorescências ginandromorfas nos diferentes tipos de cruzamento foi comparada pelo teste t no nível de 5%

Tabela 1. Cruzamentos interespecíficos de caiaué com dendezeiro analisados quanto à ocorrência de inflorescências ginandromórficas. Rio Preto da Eva-AM, 2007.

Tipo de cruzamento	Cruzamento	Origem		Total de plantas avaliadas
		Caiaué (♀)	Dendezeiro (♂)	
C × D	RUB 71	CAC 42 (Manicoré)	L2550D	10
C × D	RUB 54	CAC 51 (Manicoré)	L2940D	10
C × D	RUB 55	CAC 37 (Manicoré)	L2550D	10
C × D	RUB 52	CAC 32 (Manicoré)	L3038D	10
C × D	RUB 48	CAC 31 (Manicoré)	L2937D	11
C × D	RUB 45	CAC 35 (Manicoré)	L2940D	10
C × D	RUB 47	CAC 34 (Manicoré)	L3038D	11
C × D	RUB 43	CAC 35 (Manicoré)	L3035D	12
C × D	RUB 63	CAC 33 (Manicoré)	L3038D	10
C × D	RUB 38	CAI 133 (Caimbé)	L2937D	13
C × D	RUB 36	CAI 33 (Caimbé)	L3035D	12
C × D	RUB 58	CAC 48 (Manicoré)	L2940D	13
C × T	RUB 41	CAC 34 (Manicoré)	L3673T	11
C × T	RUB 51	CAC 25 (Manicoré)	L5003T	10
C × T	RUB 50	CAC 27 (Manicoré)	L6219T	10
C × T	RUB 46	CAC 27 (Manicoré)	L3673T	10
C × T	RUB 44	CAC 29 (Manicoré)	L2032T	12
C × T	RUB 68	CAC 28 (Manicoré)	L2032T	10
C × T	RUB 42	CAC 19 (Manicoré)	L6223T	12
C × T	RUB 66	CAC 42 (Manicoré)	L6919T	12
C × T	RUB 65	CAC 22 (Manicoré)	L2032T	12
C × T	RUB 39	CAC 29 (Manicoré)	L3673T	10
C × T	RUB 62	CAC 33 (Manicoré)	L5003T	12
C × T	RUB 60	CAC 47 (Manicoré)	L6219T	12
C × T	RUB 59	CAC 49 (Manicoré)	L5003T	11
C × T	RUB 57	CAC 48 (Manicoré)	L6223T	11
C × T	RUB 56	CAC 48 (Manicoré)	L2032T	12
C × P	RUB 72	CAC 51 (Manicoré)	5820-07P	10
C × P	RUB 75	CAC 29 (Manicoré)	5820-07P	10
C × P	RUB 77	CAC 23 (Manicoré)	5820-07P	10
C × P	RUB 79	CA 20 (Careiro)	5820-07P	10
C × P	RUB 80	CAC 51 (Manicoré)	1114P	10
C × P	RUB 81	CAC 45 (Manicoré)	1114P	10
C × P	RUB 84	CAC 23 (Manicoré)	1114P	10
C × P	RUB 85	CAC 23 (Manicoré)	5820-07P	10
C × P	RUB 86	CAC 19 (Manicoré)	5820-07P	10
C × P	RUB 88	CAC 46 (Manicoré)	5820-07P	11
C × P	RUB 87	CAC 19 (Manicoré)	5820-07P	11
Total				411

C × D = caiaué com dendezeiro dura; C × T = caiaué com dendezeiro tenera; C × P = caiaué com dendezeiro pisífera.

de probabilidade, sendo a homogeneidade das variâncias dos tratamentos verificada pelo teste F máximo de Hartley no nível de 5% de probabilidade. Para o teste de homogeneidade das variâncias das amostras $H_0 : \sigma_1^2 = \sigma_2^2$ vs $H_a : \sigma_1^2 \neq \sigma_2^2$, foi empregada a fórmula (Equação 1):

$$F = \frac{S_1^2}{S_2^2} \quad (1)$$

em que: S_1^2 e S_2^2 variâncias nas amostras 1 e 2, respectivamente.

Para comparação das médias quando as variâncias não foram homogêneas, utilizaram-se as seguintes Equações 2 e 3:

$$t = \frac{\hat{m}_1 - \hat{m}_2}{S(\hat{m}_1 - \hat{m}_2)} \quad (2)$$

$$S(\hat{m}_1 - \hat{m}_2) = \sqrt{\frac{S_1^2}{n_1} + \frac{S_2^2}{n_2}} \quad (3)$$

em que: \hat{m}_1 e \hat{m}_2 = médias das amostras 1 e 2, respectivamente; n_1 e n_2 = número de observações das amostras 1 e 2, respectivamente.

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

3 Resultados e Discussão

A partir da determinação varietal das 411 plantas, 224 foram classificadas como tipo dura e 187 do tipo tenera. Onze plantas não emitiram inflorescências (masculina ou feminina) durante os 12 meses de avaliação, sendo sete duras provenientes de dois cruzamentos C x D (quatro do cruzamento

RUB 36 e três do RUB 38) e quatro teneras, três provenientes de cruzamentos C x P (RUB 75, RUB 80 e RUB 85) e uma proveniente de cruzamento C x T (RUB 42). O número de inflorescências masculinas emitidas por planta variou de zero (em 20 plantas, incluindo 11 que não emitiram nenhum tipo de inflorescências) a 24, sendo, em média, 6,7. A emissão de inflorescências masculinas foi heterogênea ao longo do ano (χ^2 , $p < 0,01$), variando de 4,5% em fevereiro a 14,4% em setembro (Figura 1).

As 224 plantas dura emitiram 1329 inflorescências masculinas (5,9/planta), sendo 55 (4,1%) destas ginandromorfas, enquanto as 187 plantas tenera emitiram 1430 inflorescências masculinas (7,6/planta), sendo 592 ginandromorfas (41,4%). Entre as plantas dura, 22 (9,8%) emitiram inflorescências ginandromorfas e, entre as teneras, foram 94 plantas (50,3%). A diferença entre os valores de inflorescências ginandromorfas emitidas pelas plantas dura (homozigotas sh+sh+) e tenera (heterozigotas sh+sh-) indica que, nos cruzamentos avaliados, a presença do alelo sh- está associada com a maior frequência de inflorescências ginandromorfas; contudo, verifica-se que esta pode ocorrer em plantas dura (não apresentam o alelo sh-) e não ocorrer em plantas tenera (apresentam o alelo sh+). Entre as plantas tenera que não emitiram inflorescências ginandromorfas, 24 (provenientes de 16 diferentes cruzamentos) emitiram número superior à média de inflorescências masculinas por planta, que se mostra entre 8 e 15 inflorescências masculinas/planta/12 meses.

Nos cruzamentos de caiaué com dendezeiro dura (C x D), os quais produzem apenas plantas híbridas tipo dura (sh+sh+), considerando-se as 132 plantas avaliadas, o número mensal de inflorescências masculinas emitidas variou de 38, no mês de maio, a 148, em setembro (Figura 2). A média mensal da

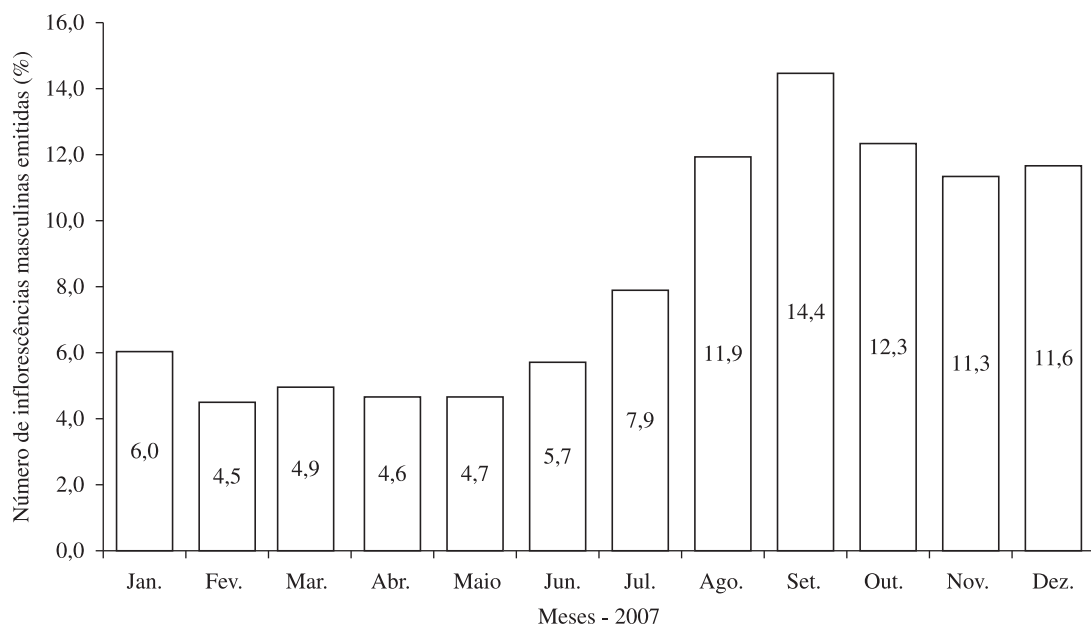


Figura 1. Distribuição da emissão de inflorescências masculinas durante 12 meses em 38 cruzamentos de caiaué com dendezeiro. Rio Preto da Eva-AM, 2007.

ocorrência de inflorescências ginandromorfas foi de 4,8%, variando de 1,4%, em setembro, a 9,1%, em dezembro.

Nos híbridos provenientes do cruzamento de caiaué com dendezeiro tenera (C × T), nos quais segrega o gene da espessura do endocarpo, as frequências esperadas são de 50% de plantas tipo dura (sh+sh+) e 50% tenera (sh+sh-); das 167 plantas avaliadas, 91 foram duras e 76 teneras, valores dentro das frequências esperadas (χ^2 , $p > 0,05$). A emissão de inflorescências masculinas nesses híbridos variou de 40, em fevereiro, a 173, em setembro (Figura 3). A média mensal de inflorescências ginandromorfas foi de 8,6% e variou de 1,5%

no mês de novembro a 22,8% em janeiro. Quando analisadas separadamente, nas 91 plantas dura, a ocorrência, em média mensal de inflorescências ginandromorfas, foi de 5,7%, variando de 0,0% nos meses de outubro e novembro a 11,1% em julho, enquanto nas plantas tipo tenera, a ocorrência, em média mensal, foi de 15,7%, variando de 0,0% em dezembro a 58,8% em janeiro.

Nos cruzamentos entre o caiaué e o dendezeiro pisífera, os quais produzem plantas híbridas do tipo tenera (sh+sh-), considerando-se as 112 plantas avaliadas, a emissão de inflorescências masculinas variou de 63, no mês de junho,

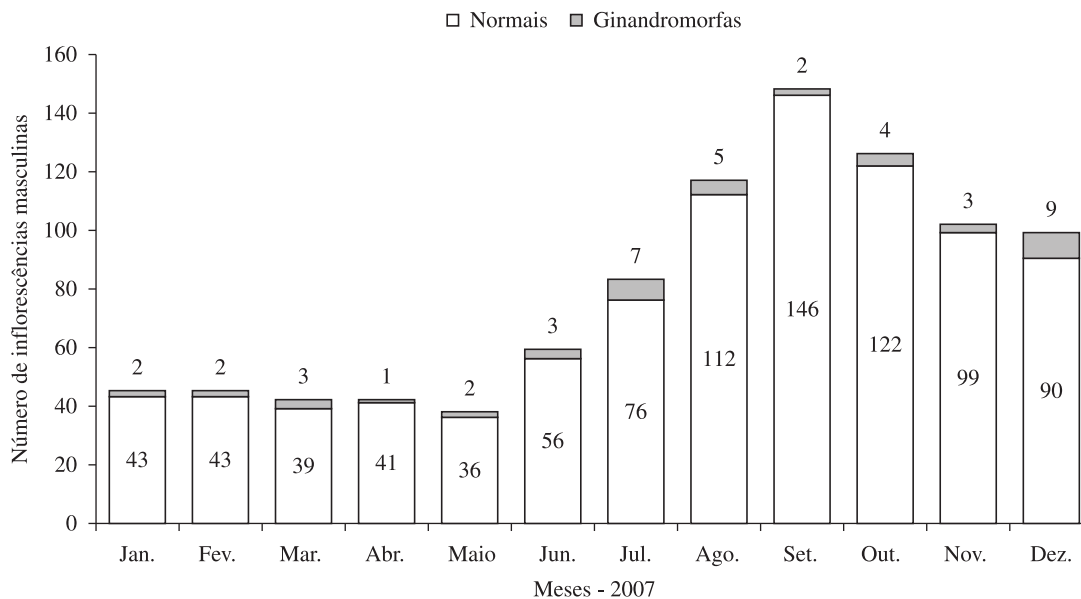


Figura 2. Emissão de inflorescências masculinas normais e ginandromorfas durante 12 meses em dez cruzamentos de caiaué com dendezeiro dura. Rio Preto da Eva-AM, 2007.

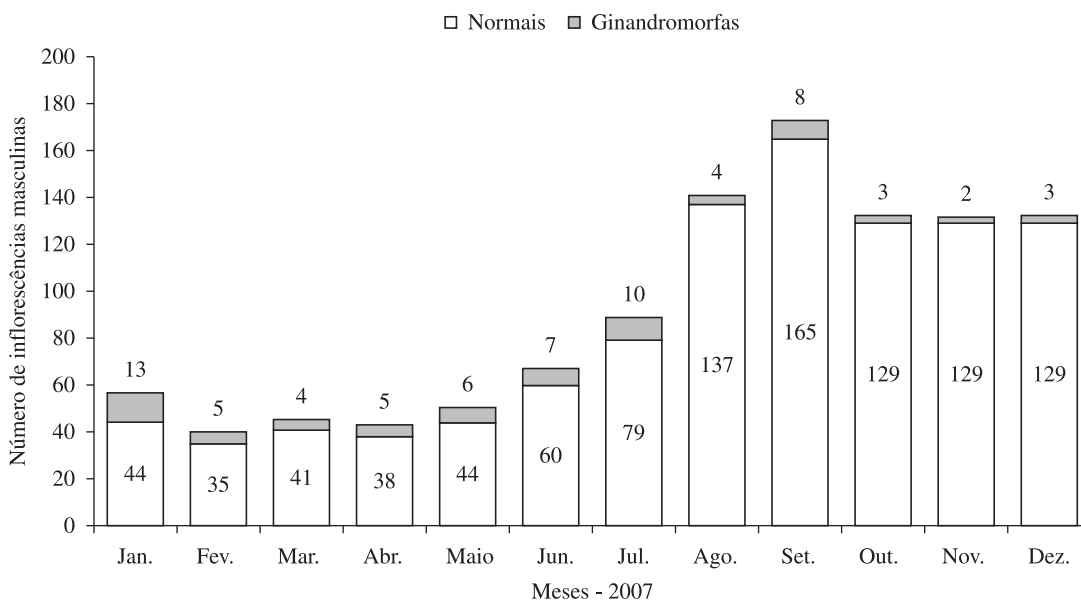


Figura 3. Emissão de inflorescências masculinas normais e ginandromorfas durante 12 meses em 15 cruzamentos de caiaué com dendezeiro tenera. Rio Preto da Eva-AM, 2007.

a 170, no mês de setembro (Figura 4). A frequência média mensal de inflorescências ginandromorfas foi de 60,42%, variando de 51,47% em abril a 69,23% em fevereiro.

Os gráficos da distribuição das frequências de ocorrência de inflorescências ginandromorfas demonstram que, independentemente do tipo de cruzamento, inflorescências com anomalias são produzidas durante todos os meses do ano, não estando restritas a períodos ou estações climáticas. Por se tratar de plantas adultas, com 15 anos após o plantio no campo, pode-se inferir que, nas condições ambientais de cultivo dos híbridos interespecíficos das origens avaliadas, a ocorrência de inflorescência ginandromorfa não se trata de um fenômeno restrito à idade jovem da planta, como observado no dendezeiro (BAUDOUIN, 1983).

Todos os cruzamentos de caiaué com dendezeiro pisífera apresentaram plantas com inflorescências ginandromorfas, em frequência variando de 20,0% a 100,0% entre os cruzamentos, com média dos cruzamentos de 71,3% (Tabela 2). Entre os 15 cruzamentos do caiaué com dendezeiro tenera, a frequência de plantas com inflorescências ginandromorfas entre cruzamentos variou de 0,0 a 40,0%, com média dos cruzamentos de 14,6%, incluindo três cruzamentos que não apresentaram inflorescências ginandromorfas. Nos cruzamentos C × T, tanto as plantas híbridas do tipo dura (91 plantas) como tenera (76) apresentaram ocorrência de ginandromorfia, com média dos cruzamentos de 11,0 e 18,5%, respectivamente, valores estes que não diferiram estatisticamente (teste t, $p > 0,05$). Nos cruzamentos de caiaué e dendezeiro dura, o percentual de plantas com inflorescências ginandromorfas variou de 0,0 a 20,0%, sendo, em média, de 9,6%. A ocorrência média de plantas por cruzamento produzindo inflorescências masculinas ginandromorfas nos cruzamentos C × D (9,6%) não diferiu estatisticamente da média verificada nos cruzamentos C × T (14,6%), sendo estas estatisticamente inferiores à média dos cruzamentos C × P (71,3%) (Tabela 3).

Os resultados demonstraram que, nas condições deste estudo, a ocorrência de inflorescências ginandromorfas nos HIE apresenta associação significativa com o alelo sh-. Anomalias

nas inflorescências femininas também ocorrem nos híbridos, mas são raras; por isso, cultivares híbridas interespecíficas em plantios comerciais, com polinização assistida adequada, podem atingir produtividade tal qual a das cultivares de dendezeiro, como, por exemplo, a cultivar BRS Manicoré (F1 *E. guineensis* × *E. oleifera*), desenvolvida pela Embrapa Amazônia Ocidental (CUNHA; LOPES, 2010). De acordo com Jacquemard et al. (1995), em plantios de dendezeiro, de 2,5 a 4 inflorescências masculinas em antese por hectare são suficientes para garantir polinização adequada. Contudo, no caso de plantios de híbridos interespecíficos, esse parâmetro não é aplicado, visto que a viabilidade do pólen dos híbridos, em geral, é inferior à do dendezeiro (BAUDOUIN, 1983; CHIA et al., 2009). Devem-se ainda considerar as diferenças na atratividade das flores para os insetos polinizadores e as características morfológicas do pólen, aspectos que afetam a eficiência da dispersão pelos insetos. Observações empíricas indicam que pode existir variabilidade para a emissão de odores e, portanto, influência na atratividade de insetos polinizadores, sendo necessário o estudo desse aspecto para explorar essa variabilidade no melhoramento genético e no desenvolvimento de híbridos que apresentem maior atratividade aos insetos. Outro aspecto que necessita ser bem estudado é a composição da fauna polinizadora e da eficiência desta na polinização do HIE, pois, em estudo realizado por Maia (2002), foram verificadas diferenças em atratividade e eficiência para diferentes espécies polinizadoras do HIE.

Na polinização assistida dos cultivos do HIE, é utilizado pólen de dendezeiro, sendo necessário produzir ou adquirir esse pólen; contudo, o fator que eleva significativamente o custo de produção do HIE é o fato de a polinização ser realizada manualmente, pelo menos duas vezes por semana (CUNHA; LOPES, 2010). O desenvolvimento de HIE que não demande polinização assistida poderá reduzir significativamente o custo de produção e, para que isso seja possível, deve-se buscar a seleção de combinações que produzam plantas com inflorescências femininas mais atrativas e inflorescências masculinas que produzam maior quantidade de pólen com

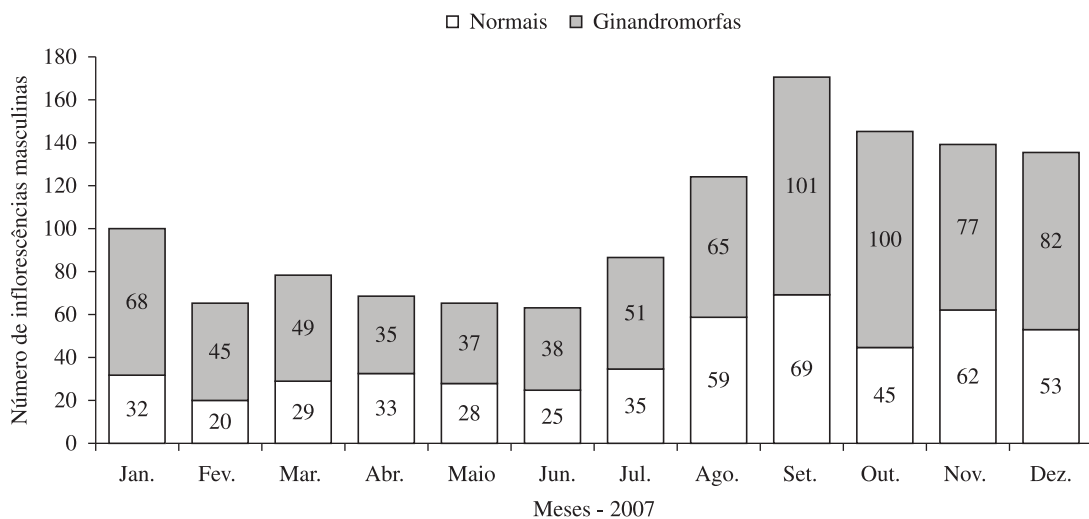


Figura 4. Emissão de inflorescências masculinas normais e ginandromorfas durante 12 meses em 11 cruzamentos de caiaué com dendezeiro pisífera. Rio Preto da Eva-AM, 2007.

Tabela 2. Ocorrência de inflorescências ginandromorfas (IG) em híbridos interespecíficos nos cruzamentos de caiaué com dendezeiro. Rio Preto da Eva-AM, 2007.

Código Cruz.	Tipo de cruzamento							
	C × P		C × T			C × D		
	NP	IG(%)	Cód. Cruz.	NP	IG(%)	Cód. Cruz.	NP	IG(%)
RUB 72	10	9 (90,0)	RUB 41	11	0 (0,0)	RUB 71	10	2 (20,0)
RUB 75	10	7 (70,0)	RUB 51	10	1 (10,0)	RUB 54	10	1 (10,0)
RUB 77	10	10 (100,0)	RUB 50	10	2 (20,0)	RUB 55	10	1 (10,0)
RUB 79	10	8 (80,0)	RUB 46	10	4 (40,0)	RUB 52	10	1 (10,0)
RUB 80	10	4 (40,0)	RUB 44	12	2 (16,7)	RUB 48	11	2 (18,2)
RUB 81	10	5 (50,0)	RUB 68	10	1 (10,0)	RUB 45	10	2 (20,0)
RUB 84	10	2 (20,0)	RUB 42	12	0 (0,0)	RUB 47	11	1 (9,1)
RUB 85	10	9 (90,0)	RUB 66	12	1 (8,3)	RUB 43	12	0 (0,0)
RUB 86	10	10 (100,0)	RUB 65	12	3 (25,0)	RUB 63	10	1 (10,0)
RUB 88	11	8 (72,7)	RUB 39	10	2 (20,0)	RUB 38	13	0 (0,0)
RUB 87	11	9 (81,8)	RUB 62	12	4 (33,3)	RUB 36	12	0 (0,0)
			RUB 60	12	0 (0,0)	RUB 58	13	1 (7,7)
			RUB 59	11	2 (18,2)			
			RUB 57	11	1 (9,1)			
			RUB 56	12	1 (8,3)			
NP Total	112			167			132	
PIG% máx.		100			40			20
PIG% mín.		20			0			0
PIG% médio		71,3			14,6			9,6
Variância		632,8			140,7			51,9

C × D = caiaué com dendezeiro dura; C × T = caiaué com dendezeiro tenara; C × P = caiaué com dendezeiro pisífera. NP: Número de Plantas. IG (%): Número de inflorescências ginandromorfas (percentual de inflorescências ginandromorfas).

Tabela 3. Comparação das médias de ginandromorfia em cruzamentos interespecíficos de caiaué com dendezeiro. Rio Preto da Eva-AM, 2007.

Cruzamentos	Fc para homogeneidade das variâncias	GL	t Hartley
(C × D) × (C × T)	2,71ns	25,0	1,35ns
(C × D) × (C × P)	12,19*	11,5	7,85*
(C × T) × (C × P)	4,49*	13,3	6,94*

* e ns, significativo e não significativo a 5% de probabilidade, respectivamente. C × D = caiaué com dendezeiro dura; C × T = caiaué com dendezeiro tenara; C × P = caiaué com dendezeiro pisífera.

alta viabilidade. Anomalias nas inflorescências masculinas resultam em menor produção de pólen nos plantios do HIE, o que constitui uma característica desfavorável. Estudos que elucidem a natureza da anomalia, bem como a identificação de genótipos pisífera que não estejam associados à sua ocorrência, são necessários para o desenvolvimento de HIE que não demandem a polinização assistida.

4 Conclusões

O gene que controla a espessura do endocarpo está associado à ginandromorfia em inflorescências masculinas de híbridos interespecíficos de caiaué com dendezeiro e, na presença do alelo sh-, esta ocorre com alta frequência.

Agradecimentos

Ao Conselho Nacional de Desenvolvimento Científico e Tecnológico (CNPq), pelo financiamento deste projeto (Processo 401120/04-0), e à Fundação de Amparo à Pesquisa do Estado do Amazonas (FAPEAM), pela Bolsa de Mestrado concedida ao primeiro autor.

Referências

- 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*, v. 37, n. 8, p. 1105-1114, 2002. <http://dx.doi.org/10.1590/S0100-204X2002000800008>
- BAUDOUIN, L. *Etude de la fertilité de l'hybride interspecific de palmier a huile Elaeis melanococca Gaert. x Elaeis guineensis Jacq.* 1983. 125 f. Tese (Doutorado)-Universite de Paris, SUD Centre D'Orsay, Paris, 1983.
- BEINAERT, A.; VANDERWEYEN, R. *Contribution à l'étude génétique et biométrique de variétés d'Elaeis guineensis Jacq.* Gembloux, 1941. 101 p. (Institut national pour l'étude agronomique du Colgo Belge. Série Scientifique, n. 27).
- CHIA, G. S.; LOPES, R.; CUNHA, R. N. V.; ROCHA, R. N. C. Germinação in vitro de pólen de híbridos interespecíficos entre o caiaué e o dendezeiro. *Ciência Rural*, v. 39, n. 5, p.1569-1571, 2009. <http://dx.doi.org/10.1590/S0103-84782009005000082>

- CORLEY, R. H. V. How much palm oil do we need? *Environmental Science & Policy*, v. 12, p. 134-139, 2009. <http://dx.doi.org/10.1016/j.envsci.2008.10.011>
- CORLEY, R. H. V.; TINKER, P. B. Chapter 5: Selection and Breeding. In: THE OIL Palm. 4th Edition. Hoboken: Blackwell Science Ltd, 2003. p. 133-199.
- CRUZ, C. D. *Programa Genes: versão Windows – Aplicativo computacional em genética e estatística*. Viçosa: Universidade Federal de Viçosa, 2006. 42 p.
- CUNHA, R. N. V.; LOPES, R. *BRS Manicoré: híbrido interespecífico entre o caiaué e o dendezeiro africano recomendado para áreas de incidência de amarelecimento-fatal*. Manaus: Embrapa, 2010. 4 p. (Embrapa Amazônia Ocidental. Comunicado técnico, 85).
- CUNHA, R. N. V.; LOPES, R.; ROCHA, R. N. C.; LIMA, W. A. A.; TEIXEIRA, P. C.; BARCELOS, E.; RODRIGUES, M. R. L.; RIOS, S. A. Domestication and Breeding of the American Oil Palm. In: BORÉM, A.; LOPES, M. T. G.; CLEMENT, C. R. (Eds.). *Domestication and Breeding: Amazon species*. Viçosa: Suprema Editora Ltda, 2012. p. 275-296.
- DE FRANQUEVILLE, H. Review paper oil palm rot in Latin American. *Experimental Agriculture*, v. 39, p. 225-240, 2003.
- FOOD AND AGRICULTURE ORGANIZATION OF THE UNITED NATIONS - FAOSTAT. Disponível em <<http://faostat.fao.org/>>. Acesso em: 26 mar. 2012.
- GUILLAUMET, J. L.; RODRIGUES, M. R. L.; MIRANDA, I. P. A. A Estação Experimental do Rio Urubu – Embrapa Amazônia Ocidental. In: MIRANDA, I. P. A.; GUILLAUMET, J. L.; BARBOSA, E. M.; RODRIGUES, M. R. L.; SILVA, M. F. F. (Eds.). *Ecosistemas florestais em áreas manejadas na Amazônia*. Manaus: Instituto Nacional de Pesquisas da Amazônia, 2003. p. 30-64.
- JACQUEMARD, J. C.; BAUDOUIN, L.; BERTHAUD, A.; DE FRANQUEVILLE, H.; GRAILLE, J.; HUGUENOT, R.; MARIAU, D.; NOEL, J. M.; QUENCES, P.; TAILLIEZ, B. *Le Technicien d'Agriculture Tropicale*. Paris: CIRAD-CP, 1995. 200 p. Programme Palmier du CIRAD-CP.
- LOPES, R.; CUNHA, R. N. V.; RODRIGUES, M. R. L.; TEIXEIRA, P. C.; ROCHA, R. N. C.; LIMA, W. A. A. Fontes energéticas - Palmaceas. In: ALBUQUERQUE, A. C. S.; SILVA, A. G. (Orgs.). *Agricultura tropical: quatro décadas de inovações tecnológicas, institucionais e políticas*. Brasília: Embrapa Informação Tecnológica, 2008. v. 1, p. 767-786.
- MAIA, P. B. *Polinização entomófila do híbrido interespecífico (Elaeis oleifera (Kunth) Cortes, 1987 x Elaeis guineensis Jacquin, 1763) e Ciclo Evolutivo de um Derolomine (Coleoptera: Curculionidae) na Amazônia Central, Brasil*. 2002. 46 f. Dissertação (Mestrado em Entomologia)-Universidade do Amazonas/Instituto Nacional de Pesquisas da Amazônia, Manaus, 2002.
- ZIMMER, Y. *Cost competitiveness of major oilseeds versus palm oil*. Disponível em <http://www.agribenchmark.org/fileadmin/freefiles/downloads_cc_team/5_5_Zimmer_Oilseeds_2009.pdf>. Acesso em: 26 mar. 2012.