

**Instituto Nacional de Pesquisas da Amazônia  
Universidade Federal do Amazonas**

**Programa de Pós-graduação em Biologia e Recursos Naturais  
Mestrado em Agricultura no Trópico Úmido – ATU**

**“Repetibilidade da produção de cachos, anomalias florais e germinação  
de pólen de híbridos interespecíficos entre o caiaué e o dendezeiro”**

**Gilson Sánchez Chia**

Manaus, Amazonas  
Novembro, 2008

**Gilson Sánchez Chia**

**“Repetibilidade da produção de cachos, anomalias florais e germinação de pólen de híbridos interespecíficos entre o caiaué e o dendezeiro”**

**Dr. Ricardo Lopes**  
**Orientador**

**Dr. Raimundo Nonato Viera da Cunha**  
**Co-Orientador**

Dissertação apresentada ao Programa Integrado de Pós-Graduação em Biologia Tropical e Recursos Naturais, como parte dos requisitos para obtenção do título de Mestre em Ciências Agrárias, área de concentração em Agricultura No Trópico Úmido.

Manaus, Amazonas  
Novembro, 2008

## Ficha catalográfica

S211 Sánchez Chia, Gilson  
Repetibilidade da produção de cachos, anomalias florais e germinação de pólen de híbridos interespecíficos entre o caiaué e o dendezeiro/ Gilson Sánchez Chia. --- Manaus : [s.n.], 2008.  
xiii, 60 f. : il. color.

Dissertação (mestrado)-- INPA/UFAM, Manaus, 2008  
Orientador: Ricardo Lopes  
Co-orientador : Raimundo Nonato Vieira da Cunha  
Área de concentração: Agricultura no Trópico Úmido

1. *Elaeis guineensis*. 2. *Elaeis oleifera*. 3. Dendê – Reprodução.  
4. Germinação. 5. Polinização. 6. Caiaué – Hibridação vegetal.  
I. Título.

CDD 19. ed. 584.50416

### **Sinopse:**

Estudaram-se a repetibilidade de três caracteres associados à produção de cachos, a ocorrência de anomalias florais nas inflorescências masculinas e a germinação de pólen de híbridos interespecíficos entre o caiaué e o dendezeiro.

**Palavras chaves:** *Elaeis guineensis*, *Elaeis oleifera*, híbridos interespecíficos, repetibilidade, reprodução.

A Mercedes e Walter, meus pais, razão da minha existência!

Pelo desmedido amor e carinho...

Pelos incontáveis conselhos...

Pelo incentivo contínuo...

Pelos longos dias e escuras noites de saudades...

Pela presença amiga, em todos os momentos...

Por tudo que possuo e pelo que sou...

Mais esta conquista.

***Dedico.***

A meus irmãos Rolfo, Priscilla e Gianina e para meu sobrinho Ian.

A Solange minha companheira e para minha filha lafa Naomi.

***Ofereço.***

## **Agradecimentos**

Em primeiro lugar, quero agradecer a Deus por ser meu guia e por acompanhar-me ao longo da minha vida, porém, sua presença constante me concedeu a sabedoria, humildade e perseverança necessária para cumprir, com dignidade, mais esta etapa da minha história.

A Mercedes e Walter, meus amados pais, pelo amor, pela educação recebida e confiança que depositaram em mim, pelo esforço e sacrifício que fizeram para que eu pudesse aqui chegar, além dos valores morais que me inculcaram desde muito cedo.

A meus irmãos Gianina, Priscilla e Rolfo, e para meu sobrinho Ian, pelo apoio e alento recebido para iniciar e concluir esta etapa da minha vida.

A Solange minha companheira que me deu as forças em minhas fraquezas, pelo carinho e pelo amor, e a minha filha Iafa Naomi, que hoje é a razão da minha luta.

Ao Instituto Nacional de Pesquisas da Amazônia, INPA, maior instituto de pesquisa, por brindar-me a oportunidade de continuar com meus estudos, em especial ao Programa de Pós-Graduação em Agricultura No Trópico Úmido, ATU.

À Fundação de Amparo à Pesquisa do Estado do Amazonas, FAPEAM, pelo apoio financeiro, bolsa concedida, fundamental na minha manutenção. Sem este apoio teria sido difícil realizar este estudo.

Agradeço à Empresa Brasileira de Pesquisa Agropecuária, Embrapa Amazônia Ocidental, pelo apoio de material e logístico, importante para o desenvolvimento da presente pesquisa. Meu agradecimento faça-se extensivo aos funcionários do Campo Experimental do Rio Urubu, CERU, pelas atividades de campo necessárias desenvolvidas; no monitoramento e avaliação dos experimentos.

Agradeço ao professor Dr. Ricardo Lopes, Embrapa Amazônia Ocidental, pela valiosa orientação recebida, pela paciência e pela amizade.

Ao Dr. Raimundo Nonato Vieira da Cunha, pesquisador da Embrapa Amazônia Ocidental, por compartilhar seus conhecimentos através de comentários e sugestões, importantes para o desenvolvimento da presente pesquisa.

Agradeço de coração aos professores do curso de Pós-Graduação em Agricultura no Trópico Úmido, ATU, pelas exigências, pelos ensinamentos, pelas orientações e pela amizade.

Ao pessoal técnico do CERU, os Tec. Agr. João de Deus Lobato de Castro e Magno Jose dos Santos, ao Tec. NS. Jose Carlos Rocha Dantas.

Obrigado funcionários do campo de CERU, Urbano Gonçalves Terço e Josué Terço de Menezes, pela amizade e pela ajuda nos trabalhos de campo, com os isolamentos e polinizações das inflorescências.

Agradeço ao Tec. Lab. Nelson Lourenço da Silva pela orientação e ajuda no desenvolvimento das análises de germinação de pólen.

A meus amigos e colegas de turma Andrey, Eduardo, Eleano, Ignácio, Julio, Marcos, Fabiola, Natasha e Viviany, pela amizade e paciência.

A meus amigos peruanos Erick Oblitas, Rocio Jarama, Tony Viscarra, Carlos da Costa, Jomber Chota filho, Santiago Ferreira, Ruby Vargas, são estas pessoas que compartilhei minhas alegrias e minhas tristezas.

Um agradecimento especial para meu amigo Dr. Jomber Chota Inuma pelos conselhos e pelo grande apoio moral, e por ter ajudado brindando-me hospitalidade na minha chegada a Manaus.

Agradeço de coração a Dra. Sandra Tapia e a seu esposo Fabiano Waldez, pela amizade e pelo apoio recebido quando mais precisei.

Àquelas pessoas com os quais pude contar nas horas mais difíceis, dando-me alento, e nas horas alegres rindo comigo, rindo de mim, rindo da vida, enfim... *Eu agradeço, agora!!*

## Resumo

Os programas de melhoramento genético do dendezeiro têm explorado a hibridação interespecífica com o caiaué com o objetivo de obter variedades tão produtivas quanto às de dendezeiro, resistentes a pragas e doenças, em especial ao Amarelecimento-fatal (AF), melhor qualidade de óleo e reduzida taxa de crescimento vertical do estipe, características apresentadas pelo caiaué. Os híbridos obtidos até o momento, além de terem produtividade inferior ao dendezeiro, apresentam problemas relacionados a anomalias florais e viabilidade de pólen. Esse trabalho foi desenvolvido com o objetivo de estimar os coeficientes de repetibilidade para caracteres de produção de cachos dos híbridos interespecíficos, averiguar a associação entre o tipo de genitor de dendezeiro e a ocorrência de anomalias florais e a viabilidade de pólen dos híbridos. Os coeficientes de repetibilidade foram estimados pelos métodos da 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). Para estudo da associação entre o tipo de genitor de dendezeiro e a ocorrência de anomalias florais foram analisados 11 cruzamentos de caiaué com dendezeiro tipo Dura (OxD), 15 de caiaué com dendezeiro do tipo Tenera (OxT) e 12 de caiaué com dendezeiro do tipo Pisífera (OxP). Foram avaliadas a emissão de inflorescências masculinas durante doze meses e a frequência de inflorescências ginandromórficas comparadas pelo teste t. A viabilidade de pólen foi analisada empregando o delineamento inteiramente casualizado, com seis tratamentos e cinco repetições, sendo cada repetição representada por uma inflorescência e utilizadas inflorescências de cinco diferentes plantas. Os tratamentos foram constituídos por pólen de dendezeiro, caiaué, híbridos do cruzamento de caiaué com dendezeiro Dura, caiaué com dendezeiro Pisífera e caiaué com dendezeiro Tenera, nesse último de plantas híbridas tipo Dura e Tenera. O método dos CPCV demonstrou ser o mais adequado para o estudo da repetibilidade da produção de cachos dos híbridos, indicando que quatro anos consecutivos de avaliação são suficientes para selecionar progênies, representadas por 10 plantas, com coeficientes de determinação ( $R^2$ ) superiores a 85% e que para seleção individual de plantas são necessários pelo menos seis anos consecutivos de avaliação para atingir  $R^2$  superior a 80%. A ocorrência média de inflorescências ginandromórficas foi de 4,83% nos cruzamentos OxD, 8,59% nos OxT e 60,42% nos OxP. A ocorrência média de inflorescências ginandromórficas nos cruzamentos OxP foi estatisticamente superior a dos cruzamentos OxD e OxT, as quais não diferiram estatisticamente entre si. Os resultados demonstram que a inflorescência ginandromórfica está direta ou indiretamente associada ao gene Pisífera conduzido pelo genitor de dendezeiro. Foi também constatado que a ocorrência de inflorescências ginandromórficas não é um fenômeno reversível e que ocorre durante todos os meses do ano. A viabilidade do pólen dos híbridos variou de 54,8% nos híbridos tipo Tenera provenientes de cruzamentos OxT a 58,29% nos híbridos tipo Dura provenientes dos cruzamentos OxD. A viabilidade de pólen do dendezeiro não diferiu estatisticamente do pólen de caiaué, mas foi estatisticamente superior a viabilidade de pólen de todos os híbridos. A viabilidade de pólen dos híbridos não diferiu entre si nem do pólen de caiaué. As taxas de germinação observadas indicaram que a germinação de pólen não é fator impeditivo para o cultivo de híbridos.

## Abstract

The programs of genetic improvement of the oil palm have been exploring the interspecific hybridization with the American oil palm aiming to obtain varieties as productive as the oil palm, resistant to pests and diseases, especially to the But-rot, better oil quality and reduced rate of vertical growth of the stem, characteristics presented by the American oil palm. The hybrids obtained to the moment, besides they have low productivity to the oil palm, they present problems related to floral anomalies and pollen viability. This work was carried out to estimate the repeatability coefficients for characters of production of bunches of the intraspecific hybrid, to discover the association between the type of oil palm genitor and the occurrence of floral anomalies and the viability of pollen of the hybrid. The repeatability coefficients were dear for the methods variance analysis (ANOVA), principal components based on the covariance (CPCV) and the correlation (CPR) matrices and by the structural analysis based on the correlation matrix (AER). To study of the association between the type of oil palm parental and the occurrence of floral anomalies were analyzed 11 American oil palm crossings with oil palm type Dura (OxD), 15 of American oil palm with oil palm type Tenera (OxT) and 12 of American oil palm with oil palm type Pisífera (OxP). The emission of masculine inflorescence was evaluated during twelve months and the frequency of inflorescence gynandromorphes compared by the t test. The pollen viability was analyzed using the completely randomized design (CRD) with six treatments and five repetitions, being each repetition represented by one inflorescence and each inflorescence were used of five different plants. The treatments were constituted by oil palm, American oil palm, hybrid of the American oil palm crossing with oil palm Dura pollen, American oil palm with oil palm Pisífera and American oil palm with oil palm Tenera, in the last of hybrid's plants type Dura and Tenera. The method of CPCV demonstrated to be the most appropriate for the study of the repeatability of the production of bunches of the hybrid, indicating that four consecutive years of evaluation are enough to select progenies, represented by 10 plants, with determination coefficients ( $R^2$ ) superior to 85% and that for individual selection of plants are necessary at least six consecutive years of evaluation to reach  $R^2$  superior to 80%. The medium occurrence of inflorescences gynandromorphes was of 4,83% in the crossings OxD, 8,59% in OxT and 60,42% in OxP. The average occurrence of inflorescences gynandromorphes in the crossings OxP was superior statistically to the crosses OxD and OxT, which not differences among them. The results demonstrate that the inflorescences gynandromorphes is direct or indirectly associated to the gene Písifera led by the oil palm genitor. It was also verified that the occurrence of inflorescences gynandromorphes is not a reversible phenomenon and that happens during every month of the year. The viability of the pollen of the hybrid varied of 54,8% in the hybrid type Tenera coming from of crossings OxT to 58,29% in the hybrid type Dura coming from the crossings OxD. The viability of oil palm's pollen did not differ statistically of the American oil palm pollen, but it was superior statistically the viability of pollen of all hybrids. The viability of pollen of the hybrids did not differ among themselves or of the American oil palm pollen. The germination rates observed indicated that the pollen germination is not restrictive factor for the cultivation of hybrids.



## Resumen

El propósito de los programas de mejoramiento genético en palma aceitera ha explorado la hibridación interespecífica con el caiaué con el objetivo de obtener variedades tan productivas cuanto la palma aceitera, resistentes a plagas y enfermedades en especial a la pudrición del cogollo (Amarelecimento-Fatal - AF), mejor calidad de aceite y reducida tasa de crecimiento vertical del tronco, características presentes en el caiaué. Los híbridos obtenidos hasta el momento, además de tener productividad inferior a la palma aceitera, presentan problemas relacionados con anomalías en las inflorescencias y con la viabilidad de polen. Este trabajo fue desarrollado con el objetivo de estimar los coeficientes de repetibilidad para caracteres de producción de racimos de los híbridos interespecíficos, averiguar la asociación entre el tipo de genitor de palma aceitera y la ocurrencia de anomalías florales y la viabilidad de polen de los híbridos. Los coeficientes de repetibilidad fueron estimados por los métodos de análisis de varianza (ANOVA). Componentes Principales con la base en la Matriz de Correlaciones (CPR) y la de Covariancias (CPCV) y Análisis Estructural con base en la Matriz de Correlaciones (AER). Para el estudio de la asociación entre el tipo de genitor de palma aceitera y la ocurrencia de anomalías florales fueron analizados 11 cruzamientos de caiaué con palma aceitera tipo Dura (OxD), 15 de caiaué con el tipo Tenera (OxT) e 12 de caiaué con el tipo písifera (OxP). Fue evaluada la emisión de inflorescencias masculinas durante doce meses y la frecuencia de inflorescencias ginandromorfas fue comparada por el teste t. La viabilidad de polen fue analizada empleando delineamiento completamente al azar con seis tratamientos y cinco repeticiones, siendo cada repetición representada por una inflorescencia y utilizadas inflorescencias de cinco diferentes plantas. Los tratamientos fueron constituidos por polen de palma aceitera, caiaué con palma aceitera tipo Dura, caiaué con palma aceitera Písifera y caiaué con palma aceitera Tenera, este último de plantas híbridas de tipo Dura y Tenera. Los métodos de CPCV demostró ser el más adecuado para estudios de la repetibilidad de la producción de racimos de los híbridos, indicando cuatro años consecutivos de evaluación son suficientes para seleccionar progenies, representadas por 10 plantas, con coeficiente de determinación ( $R^2$ ) superiores a 85% y que para la selección individual de plantas son necesarias por lo menos seis años consecutivos de evaluación para atingir  $R^2$  superior a 80%. La ocurrencia promedio de inflorescencias ginandromorfas fue de 4,83% para los cruzamientos OxD, 8,59% para OxT y 60,42% para OxP. La ocurrencia promedio de ginandromorfia en los cruzamientos OxP fue estadísticamente superior a los cruzamientos OxD e OxT, los cuales no difieren estadísticamente entre sí. Los resultados demuestran que las inflorescencias ginandromorfas esta directa o indirectamente asociada al gen písifera. Fue también constatado que la ocurrencia de inflorescencias ginandromorfas no es un fenómeno reversible y ocurre durante todos los meses del año. La viabilidad del polen de los híbridos varió de 54,8% en los híbridos tipo Tenera proveniente del cruzamiento OxT a 58,29% en los híbridos tipo Dura provenientes do cruzamento OxD. La viabilidad de polen de palma aceitera no difirió estadísticamente del polen de caiaué, pero fue superior a todos los híbridos. La viabilidad de polen de los híbridos no difirió entre si ni del polen de caiaué. Las tasas de germinación indicaron que la germinación de polen no es factor restrictivo para el cultivo de los híbridos.

## Lista de Tabelas

Tabela 1 – Valores de 10 caracteres agronômicos de dendê, caiaué e híbrido F <sub>1</sub> .....	7
Tabela 2 – Esquema da análise de variância, com dois fatores de variação para estudo de repetibilidade.....	13
Tabela 3 – Análise de variância dos caracteres número de cachos (NC), produção total de cachos (PTC) e peso médio dos cachos (PMC) durante sete anos em 10 progênies de híbridos interespecíficos de caiaué com dendezeiro tipo Pisífera. Embrapa Amazônia Ocidental.....	16
Tabela 4 – Estimativas do coeficiente de repetibilidade ( $\hat{r}$ ), coeficiente de determinação ( $R^2$ ) e número de medições calculado ( $\eta_0$ ) para os caracteres número de cachos (NC), produção total de cachos (PTC) e peso médio de cachos (PMC), obtido pelo método da análise de variância (ANOVA), avaliados durante sete anos consecutivos em 10 progênies de híbridos interespecíficos entre caiaué e dendezeiro tipo Pisífera. Embrapa Amazônia Ocidental.....	17
Tabela 5 – Estimativas do coeficiente de repetibilidade ( $\hat{r}$ ), coeficiente de determinação ( $R^2$ ) e número de medições calculado ( $\eta_0$ ) para os caracteres número de cachos (NC), produção total de cachos (PTC) e peso médio de cachos (PMC), obtido pelo método dos componentes principais com base na matriz de co-variância (CPCV), avaliados durante sete anos consecutivos em 10 progênies de híbridos interespecíficos entre caiaué e dendezeiro tipo Pisífera. Embrapa Amazônia Ocidental.....	17
Tabela 6 – Estimativas do coeficiente de repetibilidade ( $\hat{r}$ ), coeficiente de determinação ( $R^2$ ) e número de medições calculado ( $\eta_0$ ) para os caracteres número de cachos (NC), produção total de cachos (PTC) e peso médio de cachos (PMC), obtido pelo método dos componentes principais com base na matriz de correlação (CPR), avaliados durante sete anos consecutivos em 10 progênies de híbridos interespecíficos entre caiaué e dendezeiro tipo Pisífera. Embrapa Amazônia Ocidental.....	18

Tabela 7 – Estimativas do coeficiente de repetibilidade ( $\hat{r}$ ), coeficiente de determinação ( $R^2$ ) e número de medições calculado ( $\eta_0$ ) para os caracteres número de cachos (NC), produção total de cachos (PTC) e peso médio de cachos (PMC), obtido pelo método de análise estrutural com base na matriz de correlação (AER), avaliados durante sete anos consecutivos em 10 progênies de híbridos interespecíficos entre caiaué e dendezeiro tipo Pisífera. Embrapa Amazônia Ocidental.....	18
Tabela 8 – Análise de variância dos caracteres número de cachos (NC), produção total de cachos (PTC), peso médio dos cachos (PMC) durante sete anos em 100 indivíduos de híbridos interespecíficos de caiaué com dendezeiro tipo Pisífera. Embrapa Amazônia Ocidental.....	20
Tabela 9 – Estimativas do coeficiente de repetibilidade ( $\hat{r}$ ), coeficiente de determinação ( $R^2$ ) e número de medições calculado ( $\eta_0$ ) para os caracteres número de cachos (NC), produção total de cachos (PTC) e peso médio de cachos (PMC), obtido pelo método da análise de variância (ANOVA), avaliados durante sete anos consecutivos em 100 indivíduos de híbridos interespecíficos entre caiaué e dendezeiro tipo Pisífera. Embrapa Amazônia Ocidental.....	21
Tabela 10 – Estimativas do coeficiente de repetibilidade ( $\hat{r}$ ), coeficiente de determinação ( $R^2$ ) e número de medições calculado ( $\eta_0$ ) para os caracteres número de cachos (NC), produção total de cachos (PTC) e peso médio de cachos (PMC), obtido pelo método de componentes principais com base na matriz de covariância (CPCV), avaliados durante sete anos consecutivos em 100 indivíduos de híbridos interespecíficos entre caiaué e dendezeiro tipo Pisífera. Embrapa Amazônia Ocidental.....	22
Tabela 11 – Estimativas do coeficiente de repetibilidade ( $\hat{r}$ ), coeficiente de determinação ( $R^2$ ) e número de medições calculado ( $\eta_0$ ) para os caracteres número de cachos (NC), produção total de cachos (PTC) e peso médio de cachos (PMC), obtido pelo método dos componentes principais com base na matriz de correlação (CPR), avaliados durante sete anos consecutivos em 100 indivíduos de híbridos interespecíficos entre caiaué e dendezeiro tipo Pisífera. Embrapa Amazônia Ocidental.....	23

Tabela 12 – Estimativas do coeficiente de repetibilidade ( $\hat{r}$ ), coeficiente de determinação ( $R^2$ ) e número de medições calculado ( $\eta_0$ ) para os caracteres número de cachos (NC), produção total de cachos (PTC) e peso médio de cachos (PMC), obtido pelo método de análise estrutural com base na matriz de correlação (AER), avaliados durante sete anos consecutivos em 100 indivíduos de híbridos interespecíficos entre caiaué e dendezeiro tipo Pisífera. Embrapa Amazônia Ocidental.....	24
Tabela13 – Cruzamentos entre dendezeiro e caiaué usados para estudo do efeito do tipo de genitor (Dura, Pisífera e Tenera) na ocorrência de anomalias florais entre híbridos interespecíficos caiaué x dendê.....	31
Tabela 14 – Ocorrência de inflorescências masculinas anômalas em híbridos interespecíficos masculinas com caiaué com dendezeiro Dura (OxD), caiaué com dendezeiro Tenera (OxT) e caiaué com dendezeiro Pisífera (OxP), Embrapa Amazônia Ocidental, 2007.....	38
Tabela 15 – Comparação das médias (teste t) de ocorrência de inflorescências masculinas anômalas entre tipos entre tipos de cruzamentos interespecíficos caiaué x dendezeiro. Embrapa Amazônia Ocidental.....	38
Tabela 16 – Análise de variância da germinação percentual de grãos de pólen de dendê, caiaué e híbridos interespecíficos.....	48
Tabela 17 – Percentual médio de germinação de pólen de dendezeiro, caiaué e híbridos interespecíficos.....	49

## Lista de figuras

Figura – 1	Inflorescências masculinas do híbrido interespecífico. <b>A.</b> Inflorescência normal. <b>B.</b> Inflorescências com anomalia.....	30
Figura – 2	Emissão de inflorescências normais e anormais no cruzamento caiaué com dendezeiro tipo Dura (OxD).....	34
Figura – 3	Emissão de inflorescências normais e anormais no cruzamento caiaué com dendezeiro tipo Tenera (OxT).....	35
Figura – 4	Emissão de inflorescências normais e anormais no cruzamento caiaué com dendezeiro Pisífera (OxP).....	36
Figura – 5	Processo de isolamento da Inflorescência masculina para coleta de pólen. <b>A.</b> Seleção e limpeza da inflorescência. <b>B.</b> Isolamento da inflorescência. <b>C.</b> Inflorescência isolada. Embrapa Amazônia Ocidental.....	43
Figura – 6	Processo de isolamento da Inflorescência masculina para coleta de pólen. <b>A.</b> Seleção e limpeza da inflorescência. <b>B.</b> Isolamento da inflorescência. <b>C.</b> Inflorescência isolada. Embrapa Amazônia Ocidental.....	44
Figura – 7	Acondicionamento do pólen. <b>A.</b> Frascos para o armazenamento de pólen. <b>B.</b> Equipamento para fechamento dos frascos a vácuo. Embrapa Amazônia Ocidental.....	45

## Sumário

Dedicatória.....	ii
Agradecimentos.....	iii
Resumo.....	v
Abstract.....	vi
Resumen.....	vii
Lista de tabelas.....	viii
Lista de figuras.....	xi
<b>1. Introdução.....</b>	<b>1</b>
<b>2. Revisão de literatura.....</b>	<b>4</b>
2.1 Classificação botânica e morfologia.....	4
2.1.1 Dendzeiro.....	4
2.1.2 Caiaué.....	6
2.2 Híbridos interespecíficos entre o caiaué e o dendzeiro.....	6
<b>Capítulo 1.....</b>	<b>8</b>
<b>Coeficientes de repetibilidade da produção de cachos de híbridos interespecíficos entre o caiaué e o dendzeiro.....</b>	<b>8</b>
<b>1. Introdução.....</b>	<b>8</b>
<b>2. Material e métodos.....</b>	<b>11</b>
2.1 Local de condução do trabalho.....	11
2.2 Genótipos avaliados.....	11
2.3 Avaliações fenotípicas.....	11
2.4 Obtenção das estimativas de repetibilidade.....	11
2.4.1 Método da análise de variância.....	12
2.4.2 Método dos Componentes Principais baseado na matriz de Co-variância (CPCV) e de Correlações (CPR).....	13
2.4.3 Método de Análises Estrutural baseado na matriz de Correlações (AER)....	14
<b>3. Resultados e discussão.....</b>	<b>16</b>
3.1 Estimativas obtidas com base na média de progênies.....	16
3.2 Estimativas obtidas com base na média de plantas individuais.....	20
<b>4. Conclusões.....</b>	<b>26</b>
<b>Capítulo 2.....</b>	<b>27</b>
<b>Relação entre o tipo de genitor de dendzeiro e a ocorrência de anomalias florais em híbridos interespecíficos com o caiaué.....</b>	<b>27</b>
<b>1. Introdução.....</b>	<b>27</b>
<b>2. Material e métodos.....</b>	<b>29</b>
2.1 Área experimental.....	29
2.2 Cruzamentos analisados.....	30
2.3 Análises estatísticas.....	32
<b>3. Resultados e discussão.....</b>	<b>34</b>
<b>4. Conclusões.....</b>	<b>39</b>

<b>Capítulo 3.....</b>	<b>40</b>
<b>Germinação de pólen de híbridos interespecíficos entre o caiaué e o dendezeiro.....</b>	<b>40</b>
<b>1. Introdução.....</b>	<b>40</b>
<b>2. Material e métodos.....</b>	<b>42</b>
2.1 Locais de condução do trabalho.....	42
2.2 Delineamento experimental.....	42
2.3 Coleta e preparo de pólen.....	43
2.3.1 Isolamento das inflorescências masculinas.....	43
2.3.2 Coleta de pólen.....	44
2.3.3 Secagem e purificação de pólen.....	44
2.3.4 Acondicionamento de pólen.....	45
2.4 Germinação de pólen <i>in vitro</i> .....	46
2.5 Análise dos dados.....	47
<b>3. Resultados e discussão.....</b>	<b>48</b>
<b>4. Conclusões.....</b>	<b>51</b>
<b>3. Conclusões Gerais.....</b>	<b>52</b>
<b>Referências bibliográficas.....</b>	<b>53</b>

## 1. Introdução

O dendezeiro (*Elaeis guineensis* Jacq.), espécie de origem africana, e o caiaué (*E. oleifera* (Kunth) Cortés), espécie de origem americana, são palmeiras oleaginosas e pertencem à família Arecaceae (Palmaceae). Estas espécies são morfológicamente similares, mas, enquanto o dendezeiro já foi submetido a décadas de melhoramento genético, o caiaué ainda está em fase de domesticação. O dendezeiro já é cultivado comercialmente desde o início do século XX, destacando-se principalmente por ser a oleaginosa com maior produtividade de óleo. O caiaué, com produtividade de óleo bem inferior à do dendezeiro, não é cultivado comercialmente, mas apresenta características importantes para uso em programas de melhoramento genético do dendezeiro, como resistência a pragas e doenças e reduzido crescimento vertical do tronco e óleo mais insaturado.

Embora tenha sido introduzido no Brasil, no estado da Bahia, no século XVI, trazido nos navios que chegavam com os escravos africanos, na Amazônia o dendezeiro chegou apenas no início da década de 1950 (Pandolfo, 1981). Do seu fruto são extraídos dois tipos de óleo; o óleo de dendê, como é conhecido no Brasil, ou óleo de palma (*oil palm*), denominação internacional, extraído do mesocarpo, e o óleo de palmiste (*kernel oil*), extraído da amêndoa. Esses óleos são utilizados nas indústrias de alimentos, cosméticos, farmacêutica, siderúrgica, oleoquímica, na fabricação de produtos de limpeza e para produção de biocombustível. A espécie é atualmente a principal fonte mundial de óleo vegetal. Em 2004/05 a produção mundial de óleo de dendê foi de 33,2 M de toneladas e a de palmiste de 3,5 M, totalizando 36,7 M de toneladas de óleo, em uma área de produção de 8,5 M de ha, enquanto a produção de óleo de soja, com uma área cultivada aproximadamente dez vezes superior a do dendezeiro, 89,5 M de ha, foi de 32,4 M de toneladas métricas (OIL WORLD, 2005; USDA, 2006; FEDEPALMA, 2006).

O caiaué produz também óleo do mesocarpo e da amêndoa, contudo, o óleo do mesocarpo diferencia-se do óleo do dendê, principalmente por ser mais insaturado. A espécie pode ser cruzada com o dendezeiro produzindo híbridos viáveis (Meunier, 1975; Barcelos, 1986) e constitui-se em importante fonte de variabilidade genética para o melhoramento genético do dendezeiro, destacando-se



características como resistência a pragas e doenças, reduzida taxa anual de crescimento do tronco, o que lhe confere um menor porte e elevado teor de ácidos graxos insaturados (Barcelos et al., 2001b), além de uma possível melhora na adaptação a condições adversas para o dendezeiro como solos, clima e manejo (Rajanaidu, 1994).

No programa de melhoramento genético do dendezeiro desenvolvido pela Embrapa Amazônia Ocidental, único no país, priorizou-se a hibridação interespecífica entre o caiaué e o dendezeiro devido à resistência que o caiaué apresenta a anomalia denominada “Amarelecimento Fatal” (AF), que também é expressa na geração  $F_1$  dos híbridos com dendezeiro. O AF já ocasionou a destruição total de várias plantações e até mesmo inviabilizou a atividade em certas regiões, como no caso do Suriname, onde a cultura do dendezeiro, anteriormente a principal e quase única fonte de óleo vegetal do país, foi completamente devastada. O AF já está presente em quase todos os países que cultivam o dendezeiro no continente americano: Colômbia, Peru, Equador, Venezuela, Panamá, Suriname e Brasil (Barcelos, 1998). No Brasil, o AF tem causado perdas drásticas em algumas áreas, citando-se como exemplo a empresa DENPASA, no Pará, que teve sua área plantada reduzida de 5.300 ha para pouco mais de 1.000 ha em 1999 e foi inviabilizada pela impossibilidade de renovação de seus plantios (Veiga et al., 2001).

O germoplasma de caiaué vem sendo explorado em duas linhas de pesquisa; melhoramento de híbridos  $F_1$ , buscando-se identificar combinações de caiaué com dendezeiro para produção de híbridos interespecíficos  $F_1$  com potencial de cultivo comercial, e introdução de características do caiaué no dendezeiro através de retrocruzamentos, utilizando o dendezeiro como genitor recorrente para alcançar altas produtividades e o caiaué como genitor doador de características como a resistência ao AF e o reduzido crescimento vertical do estipe (Barcelos et al., 2000).

Este trabalho foi desenvolvido com objetivo de obter informações que auxiliem o programa de melhoramento interespecífico entre o caiaué e o dendezeiro. Foram estimados coeficientes de repetibilidade da produção de cachos, visando definir o período mínimo de avaliação dos híbridos para que a seleção seja realizada com eficiência e mínimo de dispêndio de recursos e tempo; analisada a relação do 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.

## 2. Revisão de literatura

### 2.1 Classificação botânica e morfologia

Na classificação atual o gênero *Elaeis* pertence à classe *Liliopsida* (*Monocotiledônea*), ordem *Arecales* (*Palmales*), família *Arecaceae* (*Palmaceae*), subfamília *Arcoideae*, tribo *Cocoseae* (*Cocoinaeae*), subtribo *Elaeidinae*. Embora sejam citadas três espécies nesse gênero, apenas duas são de interesse agrônomo e econômico: *Elaeis guineensis* Jacq., denominada dendezeiro ou palma africana e *E. oleífera* (Kunth) Cortés, denominada caiaué ou palma americana (Adam et al., 2005; Dransfield et al., 2005). A outra espécie do gênero, *E. odora*, não é cultivada e pouco se sabe sobre a mesma.

#### 2.1.1 Dendezeiro

A denominação da espécie foi proposta em 1763 pelo botânico Nicholas Joseph Jacquin. *Elaeis* é derivado da palavra grega elaion, que significa óleo, e o nome específico *guineensis* derivado do centro de origem da espécie, que Jacquin atribuiu sendo a Costa do Golfo da Guiné, na costa oeste da África com distribuição desde 16° N em Senegal até 15° S em Angola. É encontrada também na parte central e leste da África, na República Democrática de Congo (ex Zaire) até Quênia, Tanzânia e incluindo a Ilha de Madagascar, onde foi introduzida pelo tráfico de escravos no século X (Hardon, 1976; Hartley, 1988). A planta também é conhecida como palma-de-guiné, demdem (Angola), palmeira dendem e coqueiro-de-dendezeiro (Lorenzi et al., 1996).

O dendezeiro é uma palmeira monocaule que pode atingir de 25 a 30 m de altura, na base, assemelha-se a uma coluna cônica e a partir de 1 m de altura o diâmetro torna-se quase constante. Na parte superior, possui uma coroa de folhas formadas pelo meristema ou gema apical. Uma planta adulta possui entre 30 e 45 folhas funcionais compostas de um pecíolo de aproximadamente 1,5 m de comprimento inserido no estipe, e que apresenta uma seção grosseiramente triangular com espinhos regularmente dispostos sobre as arestas laterais e uma raque, mais longa e afilada, com 5 a 7 m de comprimento, e que possui de 250 a 350 folíolos repartidos dos dois lados da raque em ângulo variável de inserção. É uma planta monóica, é produz flores masculinas e femininas separadas na mesma

planta, mas alternadamente, ou seja, em ciclos sexuais. Como as inflorescências são emitidas em ciclos sucessivos, e o período de maturidade sexual de uma inflorescência não se sobrepõe ao de outra, a reprodução ocorre por fecundação cruzada, o que define a espécie como alógama. O sistema radicular do dendezeiro é do tipo fasciculado, composto de raízes primárias, secundárias, terceárias e quaternárias. Em plantas adultas, milhares de raízes emergem do bulbo radicular, órgão volumoso hemisférico de 80 cm de diâmetro, que penetra cerca de 40 a 50 cm no solo, formado a partir de entrenós da base do estipe (Hartley, 1988).

A classificação mais importante do dendezeiro, tanto do ponto de vista econômico como taxonômico, é baseada na espessura do endocarpo do fruto, uma característica monogênica, ou seja, controlada por apenas um loco genético (Beinaert e Vanderweyen, 1941). O método de melhoramento e o tipo de variedade cultivada comercialmente foram definidos a partir dessa característica, com base na qual se distinguem três tipos de plantas:

Dura – plantas que produzem frutos que apresentam endocarpo com espessura de 2 a 8 mm, às vezes menos, 35-65 % de mesocarpo/fruto e, quando cortados no sentido transversal, não se verifica um anel de fibras no mesocarpo (polpa) ao redor do endocarpo.

Tenera – plantas que produzem frutos que apresentam endocarpo com espessura de 0,5 a 4 mm, 55-96% de mesocarpo/fruto e, quando cortados no sentido transversal verifica-se a presença de um anel de fibra no mesocarpo.

Pisífera – plantas que produzem frutos que não apresentam endocarpo e que na maioria das vezes apresentam flores femininas estéreis.

As plantas do tipo Tenera apresentam maior produtividade de óleo, por isso, os cultivos comerciais são estabelecidos com plantas desse tipo.

### **2.1.2 Caiaué**

O caiaué (*Elaeis oleifera* (Kunth) Cortés) é originário da América tropical, é a segunda espécie em importância no gênero, ocorre naturalmente na parte setentrional da América do Sul (Brasil, Colômbia, Equador, Venezuela, Guiana Francesa e Suriname), estendendo-se até América Central (Costa Rica, Nicarágua e Honduras) (Surre e Ziller, 1969; Meunier e Boutin, 1975; Hartley, 1977; Seng, 1983).

É uma palmeira monocaule que atinge de 3 a 5 m de altura, o caule é curto nas plantas jovens e compridos e rastejantes nas plantas mais velhas, medindo de 25 a 40 cm de diâmetro. As folhas são do tipo pinada, variando de 20 a 34 por planta, a bainha mede de 20 a 40 cm de comprimento e o tamanho da folha de 2,9 a 5,5 m. As folhas possuem de 66 a 180 folíolos repartidos dos dois lados da raque e dispostos no mesmo plano. Inflorescência interfoliar, frutos elipsóides lisos, medindo 3,5 x 2,4 cm de diâmetro, de coloração vermelho laranja na maturidade (Miranda et al., 2001).

### **2.2 Híbridos interespecíficos entre o caiaué e o dendezeiro**

Os híbridos interespecíficos têm sido apontados como única opção para regiões onde a ocorrência do amarelecimento fatal limita a exploração da cultura do dendezeiro (Amblard et al., 1995). Estes híbridos geralmente apresentam características intermediárias aos dois genitores (Tabela 1), revelando assim a ação predominantemente aditiva dos genes. Dentre essas características, enfatiza-se a menor taxa de crescimento de tronco, o que aumentaria o período de exploração econômica dos plantios, produção de óleo com teor de ácidos graxos insaturados superiores ao do dendezeiro, sendo, portanto, mais líquido nas condições ambientais e apresentando-se mais apropriado ao consumo alimentar. Além de aspectos relacionados à resistência a doenças e pragas, às quais o dendezeiro é suscetível (Barcelos, 1986).

Amblard et al. (1995) analisaram 429 progênies híbridas obtidas do intercruzamento de três diferentes origens de caiaué e duas origens de dendezeiro. O primeiro representado por populações do Brasil, Colômbia e América central, e o segundo por populações de La Mé (Costa de Marfim), Yangambi (Zaire) e Nifor (Nigéria). Os autores verificaram melhor capacidade geral de combinação do caiaué

de origem brasileira com o dendezeiro para caracteres como rendimento de cachos e produtividade em óleo, quando comparados, por exemplo, com as origens da Colômbia e da América Central.

Apesar das características de grande interesse agrônomo dos híbridos, os mesmos apresentam um aspecto limitante para sua exploração em plantações comerciais; a baixa produtividade em óleo, consequência de uma baixa relação óleo/mesocarpo e frutos normais/cacho. Ensaios conduzidos no Benim, Costa do Marfim e Indonésia demonstraram que as melhores progênies híbridas eram inferiores de 10 a 15% em relação aos materiais comerciais de dendezeiro. Além da baixa produção em óleo, existem problemas de fertilidade polínica que levam à necessidade da realização de polinizações assistidas para boa frutificação, sobretudo em áreas em que não existam dendezeiros nas proximidades (Barcelos e Amblard, 1990; Amblard et al., 1995).

**Tabela 1** – Valores de 10 caracteres agrônomo de dendezeiro, caiaué e híbrido F<sub>1</sub>.

Caracteres	Unidade	Dendezeiro	Caiaué	Híbridos F <sub>1</sub>
Crescimento do estipe	cm/ano	30 - 75	5	15 - 25
Amarelecimento fatal	Mortalidade (%)	75	0	≤ 1
Fusariose	Índice de incidência	58 - 141	0 - 400	0 - 150
Ganoderma	Mortalidade (%)	10 - 70	ND	≤ 3
<i>Coelaenomenodera elaeidis</i>	Mortalidade (%)	26 - 46	ND	39 - 89
<i>Leptopharsa gibbicularina</i>	Mortalidade (%)	-	60	60
Grau de insaturação de 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 de óleo	%	20 - 24	≤ 9	8,9 - 18,8

**Fonte:** Hardon, 1969; Hardon e Tan, 1969; Mcfarlene et al., 1975; Meunier, 1975, Vallejo e Cassalet, 1975; Meunier et al., 1976; Meunier e Hardon, 1976; Rajanaidu et al., 1979; Ooi et al., 1981; Hartley, 1988; Rajanaidu, 1883; Barcelos et al., 1985; Le Guen et al., 1991; Amblard et al., 1995 (apud Barcelos et al., 2001b).

## Capítulo 1

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

#### **1. Introdução**

A hibridação interespecífica entre o caiaué (*Elaeis oleifera* (Kunth) Cortés), espécie americana, e o dendezeiro (*Elaeis guineensis* Jacq.), espécie africana, tem sido explorada com o objetivo de desenvolver cultivares tão produtiva quanto as de dendezeiro, resistentes a pragas e doenças e reduzido crescimento vertical do tronco, características presentes no caiaué. A dendeicultura é uma atividade de importância agro-ecológico-industrial com período de exploração comercial de aproximadamente 25 anos. A produção comercial inicia-se três anos após o plantio, mas a capacidade produtiva máxima das plantas só é alcançada entre seis e sete anos de idade quando atinge um patamar mantido até 17 ou 18 anos de idade, então as plantas entram em declínio de produção. Por ser uma cultura perene com longo ciclo de produção é necessário definir o período mínimo de avaliação para que a seleção dos híbridos seja realizada com eficiência e mínimo dispêndio de tempo e recursos com a segurança de que os genótipos manterão sua superioridade. A medida da consistência da posição relativa dos genótipos durante as sucessivas medições é denominada repetibilidade (Turner e Yong, 1969; Lerner, 1977). Em espécies perenes espera-se que o desempenho dos genótipos seja mantido indefinidamente, a veracidade dessa expectativa pode ser verificada pela estimativa

do coeficiente de repetibilidade da característica avaliada (Cruz e Regazzi, 1997).

O coeficiente de repetibilidade indica o limite superior que a herdabilidade pode atingir no sentido amplo e constitui-se num critério para avaliar a eficiência do processo seletivo (Lush, 1964; Cruz e Regazzi, 1997). Quando as medidas de uma característica são repetidas nos indivíduos no tempo ou no espaço a variância fenotípica pode ser dividida em variância dentro de indivíduos; que mede as variações temporárias no desempenho dos indivíduos nas sucessivas medições, ou seja, causada por efeitos temporários, e variância entre indivíduos; que mede diferenças permanentes entre os mesmos, de origem genética ou causadas por efeitos de ambiente que afetam permanentemente os indivíduos. Na estimação da repetibilidade somente o efeito das variações temporárias pode ser separado da variação fenotípica ficando o efeito permanente confundido com a variância genotípica, por isso, quanto menor for a contribuição dos efeitos permanentes de ambiente mais próxima a repetibilidade será da herdabilidade (Cruz e Regazzi, 1997).

A repetibilidade é função das propriedades genéticas da população, do caráter em estudo e das condições do ambiente nas quais os indivíduos foram mantidos (Hansche, 1983; Falconer, 1989, apud Cedillo, 2003). Pode ser aplicada no estudo de caracteres de plantas perenes que se expressam mais de uma vez no decorrer da vida, e baseia-se na tomada de mais de uma observação fenotípica no mesmo genótipo, cujas avaliações foram repetidas no tempo ou no espaço (Vencovsky, 1973). Estatisticamente, pode ser definida como a correlação entre as medidas tomadas em um mesmo genótipo, cujas avaliações foram repetidas no tempo ou no espaço (Cruz e Regazzi, 1997).

A repetibilidade tem sido utilizada no estudo de caracteres associados à produção de várias espécies de palmeiras, entre elas: coqueiro comum (Siqueira, 1982), açazeiro (Oliveira e Fernandes, 2001), pupunheira (Farias Neto et al., 2002), coqueiro híbrido (Farias Neto et al., 2003) e dendezeiro (Cedillo, 2003), auxiliando na definição do período adequado de avaliação dos genótipos para maior eficiência dos programas de melhoramento. Em dendezeiro, Cedillo (2003) estimou o coeficiente de repetibilidade da produção de cachos de famílias de meios irmãos de progênes do tipo Dura. Os resultados demonstraram alta regularidade para



produção de cachos e indicaram a necessidade de quatro anos de avaliação para seleção acurada dos genótipos superiores.

Este trabalho teve como objetivo estimar o coeficiente de repetibilidade para produção de cachos de híbridos interespecíficos entre o dendezeiro e o caiaué, empregando diferentes métodos de estimação e definir o número de anos de avaliação necessário para seleção acurada dos genótipos.

## **2. Material e métodos**

### **2.1 Local de condução do trabalho**

O trabalho foi desenvolvido no Campo Experimental do Rio Urubu – CERU, pertencente à Embrapa Amazônia Ocidental, localizado na cidade de Rio Preto da Eva/AM no Distrito Agropecuário da Superintendência da Zona Franca de Manaus (SUFRAMA), com latitude 2°35' S, longitude 59°28' W, e altitude 200 m. De acordo com a classificação de Köppen, o clima é do tipo Am, quente úmido, tropical chuvoso, com variação anual de temperatura inferior a 5 °C sem definição de estações verão e inverno. A temperatura média anual varia em torno de 27 °C, com média de máximas de 32 °C e de mínimas 21 °C. A média da umidade relativa do ar é de 85%. A média de insolação total anual é de 1.940 horas. A pluviosidade anual média é de aproximadamente 2.100 mm. O solo, segundo a classificação brasileira, é do tipo latossolo amarelo de textura muito argilosa (Miranda et al., 2003).

### **2.2 Genótipos avaliados**

Foram avaliadas 10 progênies híbridas, com 10 indivíduos cada, obtidas a partir do cruzamento entre plantas de caiaué (genitor feminino) e dendezeiro do tipo Pisífera (genitor masculino). As progênies foram plantadas em linha, sem delineamento experimental, no espaçamento de 9 x 9 m em triângulo equilátero, na densidade de 143 plantas por hectare.

### **2.3 Avaliações fenotípicas**

As avaliações foram realizadas para número de cachos (NC), produção total dos cachos (PTC) e peso médio dos cachos (PMC), durante sete anos consecutivos, do sétimo ao décimo terceiro ano após o plantio. As colheitas foram realizadas a cada quinze dias durante todos os meses do ano.

### **2.4 Obtenção das estimativas de repetibilidade**

Os coeficientes de repetibilidade foram estimados empregando quatro métodos: análise de variância (ANOVA) utilizando o modelo com dois fatores de variação (genótipos e anos de produção), 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 necessárias para prever o valor real dos genótipos a partir de valores estabelecidos para o coeficiente de determinação ( $R^2$ ). As estimativas foram obtidas com base na média das progênies (10 plantas) e na média de plantas individuais, uma vez que existe interesse na seleção dos melhores cruzamentos para reprodução comercial e também nas melhores plantas para reprodução por meio de clonagem através de micropropagação. As análises foram realizadas no aplicativo computacional em genética e estatística, GENES (Cruz, 2006).

#### 2.4.1 Método da análise de Variância (ANOVA)

Utilizou-se o modelo estatístico com dois fatores de variação (genótipos e anos de produção):

$$Y_{ij} = \mu + g_i + a_j + \varepsilon_{ij}$$

Sendo:

$Y_{ij}$  : observação referente ao i-ésimo genótipo na j-ésima medição;

$\mu$  : média geral;

$g_i$  : efeito aleatório do i-ésimo genótipo sob a influência do ambiente permanente ( $i = 1, 2, 3, 4$  e  $5$ );

$a_j$  : efeito da j-ésima medição ( $j = 1, 2, \dots, n$ ) e;

$\varepsilon_{ij}$  : erro experimental associado à observação  $Y_{ij}$ .

O esquema da análise de variância para o modelo em questão é apresentado na Tabela 2.

**Tabela 2** – Esquema da análise de variância, com dois fatores de variação para estudo de repetibilidade.

Fonte de variação	GL	QM	E(QM)
Genótipo	p-1	QMG	$\sigma^2 + \eta \sigma_g^2$
Anos de produção	a-1	QME	-
Resíduo	(p-1)(a-1)	QMR	$\sigma^2$

O coeficiente de repetibilidade foi obtido pela fórmula:

$$r = \frac{\hat{C}OV(Y_{ij}, Y_{ij'})}{\sqrt{\hat{V}(Y_{ij})\hat{V}(Y_{ij'})}} = \frac{\hat{\sigma}_g^2}{\hat{\sigma}_Y^2} = \frac{\hat{\sigma}_g^2}{\hat{\sigma}^2 + \hat{\sigma}_g^2}$$

#### 2.4.2 Método dos Componentes Principais baseado na Matriz de Covariância (CPCV) e de Correlações (CPR)

O método consiste na obtenção de uma matriz de correlação ou de covariância entre cada par de medições realizadas nos genótipos. Determinam-se, na matriz, os autovalores e os respectivos autovetores. O autovetor, cujos elementos apresentam mesmo sinal e magnitudes próximas, é aquele que apresenta tendência dos genótipos em manter, ao longo dos anos, suas posições em relação aos demais (Abeywardena, 1972; Cruz e Regazzi, 1997).

A partir das  $n$  medições realizadas nos  $g$  genótipos obtêm-se a matriz de correlação paramétrica ( $R$ ) entre cada par de medições nos diferentes genótipos:

$$R = \begin{bmatrix} 1 & \rho & \dots & \rho \\ \rho & 1 & \dots & \rho \\ \dots & \dots & \dots & \dots \\ \rho & \rho & \dots & 1 \end{bmatrix}_n$$

cujos autovalor  $\lambda_1$  é dado por  $1+(\eta-1)\rho$ . Neste estudo considerou-se a matriz  $\hat{R}$  e utilizou-se o estimador do coeficiente de repetibilidade proposto por Rutledge (1974) que é dado por:

$$\hat{r} = \frac{\hat{\lambda}_1 - 1}{\eta - 1}$$

onde:

$\eta$ : número de períodos avaliados e,

$\hat{\lambda}_1$ : autovalor obtido da matriz  $\hat{R}$  associado ao autovetor cujos elementos têm o mesmo sinal e magnitudes semelhantes.

O coeficiente de repetibilidade foi também estimado considerando a matriz paramétrica de variâncias e covariâncias fenotípicas:

$$\Gamma = \hat{\sigma}_Y^2 \begin{bmatrix} 1 & \rho & \dots & \rho \\ \rho & 1 & \dots & \rho \\ \dots & \dots & \dots & \dots \\ \rho & \rho & \dots & 1 \end{bmatrix}_n$$

cujo autovalor  $\hat{\lambda}_1$  é dado por  $\sigma_Y^2[1 + (\eta - 1)\rho]$ . Considerou-se a matriz  $\hat{\Gamma}$  e obteve-se o estimador da repetibilidade por meio de:

$$\hat{r} = \frac{\hat{\lambda}_1 - \hat{\sigma}_Y^2}{\hat{\sigma}_Y^2(\eta - 1)} \text{ em que } \hat{\sigma}_Y^2 = \hat{\sigma}^2 + \hat{\sigma}_g^2.$$

Sendo  $\hat{\lambda}_1$  o autovalor obtido de  $\hat{\Gamma}$  associado ao autovetor cujos elementos têm mesmo sinal e magnitude semelhante.

### 2.4.3 Método da Análise Estrutural baseado na Matriz de Correlações (AER)

Foram obtidas as estimativas de repetibilidade pelo método da análise estrutural baseado na matriz de correlações entre os genótipos em cada par de avaliação proposto por Mansour et al. (1981).

Este método considera  $R$  a matriz paramétrica de correlações entre genótipos em cada par de avaliação e  $\hat{R}$ , seu estimador. Neste caso, o estimador do coeficiente de repetibilidade é dado por:

$$\hat{r} = \frac{a' \hat{R} a - 1}{\eta - 1}.$$

Sendo  $a' = [1/\sqrt{\eta} \dots 1/\sqrt{\eta}]$  o autovetor com elementos paramétricos, associados ao maior autovalor obtido de  $R$ .

De acordo com Cruz e Regazzi (1997), este estimador é a média aritmética das correlações fenotípicas entre genótipos, considerando cada par de medições, ou seja:

$$r = \frac{2}{\eta(\eta - 1)} \sum_j \sum_{<j} r_{jj}$$

Uma vez estimado o coeficiente de repetibilidade ( $\Gamma$ ), a estimativa do número de medições ( $\eta_0$ ) necessária para se predizer o valor real dos indivíduos com o valor de determinação genotípica ( $R^2$ ) desejado, será obtida pela expressão:

$$\eta_0 = \frac{R^2(1 - \hat{r})}{(1 - R^2)\hat{r}}$$

O coeficiente de determinação genotípica ( $R^2$ ), que representa a porcentagem de certeza da predição do valor real dos indivíduos selecionados com base em  $\eta$

medições é obtido pela expressão:  $R^2 = \frac{\eta r}{1 + r(\eta - 1)}$

### 3. Resultados e discussão

#### 3.1 Estimativas obtidas com base na média das progênes

A análise de variância (ANOVA), utilizando o modelo com dois fatores de variação (progênes e anos de produção), obtidas das avaliações realizadas durante sete anos nas 10 progênes híbridas, dos caracteres número de cachos (NC), produção total de cachos (PTC) e peso médio dos cachos (PMC) são apresentados na Tabela 3. O efeito de progênie foi significativo ( $p < 0,01$ ) para os três caracteres avaliados, evidenciando, a existência de variabilidade genética entre as progênes, portanto, perspectivas na obtenção de ganhos genéticos por meio de seleção.

**Tabela 3** – Análise de variância dos caracteres número de cachos (NC), produção total de cachos (PTC) e peso médio dos cachos (PMC) durante sete anos em 10 progênes de híbridos interespecíficos de caiaué com dendezeiro tipo Pisífera. Embrapa Amazônia Ocidental.

Fonte de variação	GL	Quadrado médio		
		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.

As estimativas dos coeficientes de repetibilidade, coeficiente de determinação e número de avaliações necessário para se obter diferentes coeficientes de determinação, obtidas pelos métodos ANOVA, CPCV, CPR e AER, para os três caracteres estudados, encontram-se nas Tabelas 4 a 7.

**Tabela 4** – Estimativas do coeficiente de repetibilidade ( $\hat{r}$ ), coeficiente de determinação ( $R^2$ ) e número de medições calculado ( $\eta_0$ ) para os caracteres número de cachos (NC), produção total de cachos (PTC) e peso médio de cachos (PMC), obtidas pelo método da análise de variância (ANOVA), avaliados durante sete anos consecutivos em 10 progênies de híbridos interespecíficos entre caiaué e dendezeiro tipo Pisífera. Embrapa Amazônia Ocidental.

Caracteres	Estimativa obtida com base em sete medições		Número de medições necessário ( $\eta_0$ ) para se obter diferentes coeficientes de determinação ( $R^2$ )	
	$\hat{r}$	$R^2(\%)$	$R^2$	$\eta_0^{(*)}$
NC	0,54	89,21	0,85	5(4,80)
			0,90	8(7,62)
			0,95	16(16,08)
PTC	0,46	85,79	0,85	7(6,68)
			0,90	11(10,43)
			0,95	23(22,03)
PMC	0,64	92,47	0,85	4(3,23)
			0,90	6(5,13)
			0,95	11(10,83)

(\*) Número aproximado (número calculado)

**Tabela 5** – Estimativas do coeficiente de repetibilidade ( $\hat{r}$ ), coeficiente de determinação ( $R^2$ ) e número de medições calculado ( $\eta_0$ ) para os caracteres número de cachos (NC), produção total de cachos (PTC) e peso médio de cachos (PMC), obtidas pelo método dos componentes principais com base na matriz de Covariância (CPCV), avaliados durante sete anos consecutivos em 10 progênies de híbridos interespecíficos entre caiaué e dendezeiro tipo Pisífera. Embrapa Amazônia Ocidental.

Caracteres	Estimativa obtida com base em sete medições		Número de medições necessário ( $\eta_0$ ) para se obter diferentes coeficientes de determinação ( $R^2$ )	
	$\hat{r}$	$R^2(\%)$	$R^2$	$\eta_0^{(*)}$
NC	0,77	95,91	0,85	2(1,69)
			0,90	3(2,68)
			0,95	6(5,67)
PTC	0,65	92,73	0,85	4(3,11)
			0,90	5(4,94)
			0,95	11(10,42)
PMC	0,80	96,63	0,85	2(1,38)
			0,90	3(2,19)
			0,95	5(4,64)

(\*) Número aproximado (número calculado)



**Tabela 6** – Estimativas do coeficiente de repetibilidade ( $\hat{r}$ ), coeficiente de determinação ( $R^2$ ) e número de medições calculado ( $\eta_0$ ) para os caracteres número de cachos (NC), produção total de cachos (PTC) e peso médio de cachos (PMC), obtidas pelo método dos componentes principais com base na matriz de correlação (CPR), avaliados durante sete anos consecutivos em 10 progênies de híbridos interespecíficos entre caiaué e dendezeiro tipo Pisífera. Embrapa Amazônia Ocidental.

Caracteres	Estimativa obtida com base em sete medições		Número de medições necessárias ( $\eta_0$ ) para se obter diferentes coeficientes de determinação ( $R^2$ )	
	$\hat{r}$	$R^2(\%)$	$R^2$	$\eta_0^{(*)}$
NC	0,65	92,79	0,85	4(3,08)
			0,90	5(4,89)
			0,95	11(10,34)
PTC	0,58	90,74	0,85	5(4,05)
			0,90	7(6,43)
			0,95	14(13,57)
PMC	0,74	95,29	0,85	2(1,96)
			0,90	4(3,12)
			0,95	7(6,58)

(\*) Número aproximado (número calculado)

**Tabela 7** – Estimativas do coeficiente de repetibilidade ( $\hat{r}$ ), coeficiente de determinação ( $R^2$ ) e número de medições calculado ( $\eta_0$ ) para os caracteres número de cachos (NC), produção total de cachos (PTC) e peso médio de cachos (PMC), obtidas pelo método de análise estrutural com base na matriz de correlação (AER), avaliados durante sete anos consecutivos em 10 progênies de híbridos interespecíficos entre caiaué e dendezeiro tipo Pisífera. Embrapa Amazônia Ocidental.

Caracteres	Estimativa obtida com base em sete medições		Número de medições necessárias ( $\eta_0$ ) para se obter diferentes coeficientes de determinação ( $R^2$ )	
	$\hat{r}$	$R^2(\%)$	$R^2$	$\eta_0^{(*)}$
NC	0,63	92,39	0,85	4(3,26)
			0,90	6(5,18)
			0,95	11(10,94)
PTC	0,56	90,00	0,85	5(4,41)
			0,90	7(6,99)
			0,95	15(14,77)
PMC	0,74	95,24	0,85	2(1,98)
			0,90	4(3,15)
			0,95	7(6,64)

(\*) Número aproximado (número calculado)

A estimativa do coeficiente de repetibilidade com base na avaliação de sete anos de produção para NC variou de 0,54 (ANOVA) a 0,77 (CPCV), para PTC de 0,46 (ANOVA) a 0,65 (CPCV), e de PMC variou de 0,64 (ANOVA) a 0,80 (CPCV).

As estimativas obtidas pelo método da ANOVA foram sempre inferiores aos demais métodos e as obtidas pelos CPCV superiores, demonstrando que, neste caso, o coeficiente de repetibilidade é mais eficientemente estimado pelo método dos componentes principais. O coeficiente de repetibilidade estimado com base na técnica dos componentes principais é mais estável e eficiente quando o fator periodicidade (alternância) ocorre, uma vez que este não pode ser isolado na análise de variância. Com isto, este componente é incluído no erro experimental ( $\sigma^2$ ), elevando seu valor e causando viés na estimativa da repetibilidade que será subestimada (Abeywardena, 1972; Kendall, 1975; Vasconcellos et al., 1985). Outros trabalhos realizados com palmeiras, como pupunheira (Farias Neto et al., 2002), coqueiro híbrido (Farias Neto, et al., 2003), e dendezeiro do tipo Dura (Cedillo, 2003) também verificaram maior eficiência do método CPCV na obtenção de estimativas do coeficiente de repetibilidade para produção de frutos.

As estimativas dos coeficientes de determinação obtidas a partir dos sete anos de avaliação, para as três características e pelos quatro métodos, foram superiores a 90%, com exceção da obtida para PTC pelo método ANOVA, que foi de 86%, demonstrando que a seleção das progênies superiores pode ser realizada com alta confiabilidade a partir desse período de avaliação. Contudo, dentro de níveis de precisão aceitáveis na predição do valor dos indivíduos, deve-se buscar redução do período de avaliação para economia de recursos e tempo. Assim, para discriminação das progênies, considerando como nível mínimo de precisão na predição do valor dos indivíduos, 85%, a estimativa do número de anos de avaliação do NC variou de dois (CPCV) a cinco (ANOVA), para PTC de quatro (CPCV) a sete (ANOVA) e para PMC de dois (CPCV) a quatro (ANOVA). Esses resultados indicam que com a avaliação da produção por quatro anos consecutivos das progênies híbridas representadas por dez plantas é possível realizar a seleção das progênies com boa acurácia para as três características avaliadas.

### 3.2 Estimativas obtidas em nível de indivíduos

A análise de variância (ANOVA), utilizando o modelo com dois fatores de variação (genótipos e anos de produção), provenientes das avaliações realizadas durante sete anos em 100 indivíduos híbridos para os caracteres NC, PTC e PMC são apresentados na Tabela 8. O efeito da progênie foi significativo ( $p < 0,01$ ) para os três caracteres avaliados, evidenciando, portanto, a existência de variabilidade dos caracteres e possibilidade de seleção de indivíduos superiores.

**Tabela 8** – Análise de variância dos caracteres número de cachos (NC), produção total de cachos (PTC), peso médio dos cachos (PMC) durante sete anos em 100 indivíduos de híbridos interespecíficos de caiaué com dendezeiro tipo Pisífera. Embrapa Amazônia Ocidental.

Fonte de variação	GL	Quadrado médio		
		NC	PTC	PMC
Anos de produção	6	484,54	89.867,81	896,26
Indivíduos	99	38,87**	9.895.91**	151,03**
Resíduo	594	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.

As estimativas dos coeficientes de repetibilidade e determinação com base nas sete medições, e o número de anos de avaliação necessário para obter diferentes coeficientes de determinação, obtidas pelo método ANOVA, CPCV, CPR, e AER, para os três caracteres avaliados, encontram-se nas Tabelas 9 a 12.

**Tabela 9** – Estimativas do coeficiente de repetibilidade ( $\hat{r}$ ), coeficiente de determinação ( $R^2$ ) e número de medições calculado ( $\eta_0$ ) para os caracteres número de cachos (NC), produção total de cachos (PTC) e peso médio de cachos (PMC), obtidas pelo método da análise de variância (ANOVA), avaliados durante sete anos consecutivos em 100 indivíduos de híbridos interespecíficos entre caiaué e dendezeiro tipo Pisífera. Embrapa Amazônia Ocidental.

Caracteres	Estimativa obtida em base a sete medições		Número de medições necessário ( $\eta_0$ ) para se obter diferentes coeficientes de determinação ( $R^2$ )	
	$\hat{r}$	$R^2(\%)$	$R^2$	$\eta_0^{(*)}$
NC	0,31	75,58	0,80	10(9,05)
			0,85	13(12,82)
			0,90	21(20,36)
			0,95	43(42,98)
PTC	0,35	78,97	0,80	8(7,46)
			0,85	11(10,56)
			0,90	17(16,78)
			0,95	36(35,42)
PMC	0,51	87,88	0,80	4(3,86)
			0,85	6(5,47)
			0,90	9(8,69)
			0,95	19(18,35)

<sup>(\*)</sup> Número aproximado (número calculado)

**Tabela 10** – Estimativas do coeficiente de repetibilidade ( $\hat{r}$ ), coeficiente de determinação ( $R^2$ ) e número de medições calculado ( $\eta_0$ ) para os caracteres número de cachos (NC), produção total de cachos (PTC) e peso médio de cachos (PMC), obtidas pelo método de componentes principais com base na matriz de covariância (CPCV), avaliados durante sete anos consecutivos em 100 indivíduos de híbridos interespecíficos entre caiaué e dendezeiro tipo Pisífera. Embrapa Amazônia Ocidental.

Caracteres	Estimativa obtida em base a sete medições		Número de medições necessário ( $\eta_0$ ) para se obter diferentes coeficientes de determinação ( $R^2$ )	
	$\hat{r}$	$R^2(\%)$	$R^2$	$\eta_0^{(*)}$
NC	0,41	82,79	0,80	6(5,82)
			0,85	9(8,26)
			0,90	14(13,09)
			0,95	28(27,65)
PTC	0,42	83,29	0,80	6(5,69)
			0,85	8(7,96)
			0,90	13(12,64)
			0,95	27(26,68)
PMC	0,59	90,84	0,80	3(2,83)
			0,85	5(4,00)
			0,90	7(6,36)
			0,95	14(13,42)

<sup>(\*)</sup> Número aproximado (número calculado)

**Tabela 11** – Estimativas do coeficiente de repetibilidade ( $\hat{r}$ ), coeficiente de determinação ( $R^2$ ) e número de medições calculado ( $\eta_0$ ) para os caracteres número de cachos (NC), produção total de cachos (PTC) e peso médio de cachos (PMC), obtidas pelo método dos componentes principais com base na matriz de correlação (CPR), avaliados durante sete anos consecutivos em 100 indivíduos de híbridos interespecíficos entre caiaué e dendezeiro tipo Pisífera. Embrapa Amazônia Ocidental.

Caracteres	Estimativa obtida em base a sete medições		Número de medições necessário ( $\eta_0$ ) para se obter diferentes coeficientes de determinação ( $R^2$ )	
	$\hat{r}$	$R^2(\%)$	$R^2$	$\eta_0^{(*)}$
NC	0,32	76,40	0,80	9(8,65)
			0,85	13(12,25)
			0,90	20(19,46)
			0,95	42(41,08)
PTC	0,36	80,06	0,80	7(6,98)
			0,85	10(9,88)
			0,90	16(15,69)
			0,95	34(33,13)
PMC	0,55	89,38	0,80	4(3,33)
			0,85	5(4,71)
			0,90	8(7,49)
			0,95	16(15,81)

(\*) Número aproximado (número calculado)

**Tabela 12** – Estimativas do coeficiente de repetibilidade ( $\hat{r}$ ), coeficiente de determinação ( $R^2$ ) e número de medições calculado ( $\eta_0$ ) para os caracteres número de cachos (NC), produção total de cachos (PTC) e peso médio de cachos (PMC), obtidas pelo método de análise estrutural com base na matriz de correlação (AER), avaliados durante sete anos consecutivos em 100 indivíduos de híbridos interespecíficos entre caiaué e dendezeiro tipo Pisífera. Embrapa Amazônia Ocidental.

Caracteres	Estimativa obtida em base a sete medições		Número de medições necessário ( $\eta_0$ ) para se obter diferentes coeficientes de determinação ( $R^2$ )	
	$\hat{r}$	$R^2(\%)$	$R^2$	$\eta_0^{(*)}$
NC	0,31	75,72	0,80	9(8,98)
			0,85	13(12,72)
			0,90	21(20,19)
			0,95	43(42,64)
PTC	0,36	79,48	0,80	8(7,23)
			0,85	11(10,24)
			0,90	17(16,26)
			0,95	35(34,33)
PMC	0,54	89,23	0,80	4(3,38)
			0,85	5(4,78)
			0,90	8(7,59)
			0,95	17(16,02)

<sup>(\*)</sup> Número aproximado (número calculado)

A estimativa do coeficiente de repetibilidade para NC variou de 0,31 (ANOVA e AER) a 0,41 (CPCV), para PTC de 0,35 (ANOVA) a 0,42 (CPCV) e para PMC de 0,51 (ANOVA) a 0,59 (CPCV). Para as três características, os coeficientes de repetibilidade foram baixos, sendo para NC e PTC próximos ou inferiores a 0,4. Segundo Degenhardt et al., (2002), as estimativas do coeficiente de repetibilidade são consideradas baixas quando inferiores a 0,4, situação que 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 do coeficiente de determinação ( $R^2$ ) superiores a 85%, o número de anos de avaliação requeridos é de no mínimo nove para NC, oito para PTC e cinco para PMC. Para um nível de precisão superior a 80%, são necessários no mínimo seis anos para PMC e PTC e cinco para PMC.

Os resultados indicam que, na avaliação de híbridos interespecíficos com a finalidade de seleção de indivíduos para clonagem, é necessário período de avaliação superior ao de avaliação de progênies; pelo menos seis anos consecutivos de avaliação. Além disso, considerando que a precisão na seleção não é tão elevada e que antes da multiplicação comercial os genótipos clonados são submetidos a ensaios clonais, deve-se evitar seleção muito intensa na seleção dos genótipos a serem clonados para que maior número de genótipos possam ser avaliados nos ensaios clonais, onde a discriminação dos genótipos superiores pode ser mais precisa com a avaliação de número adequado de réplicas dos genótipos e o uso de delineamentos experimentais adequados.



#### **4. Conclusões**

Para seleção de progênies híbridas de caiaué com dendezeiro, representadas por pelo menos dez plantas, são necessários no mínimo quatro anos de avaliação consecutivos da produção de cachos, na fase adulta, para atingir precisão superior a 85% na predição do valor das progênies.

Para seleção individual de plantas híbridas de caiaué com dendezeiro, são necessários pelo menos seis anos de avaliação consecutivos da produção de cachos, na fase adulta, para atingir precisão superior a 80% na predição do valor dos indivíduos.

O método dos Componentes Principais, com base na Matriz de Covariâncias, demonstrou ser o mais adequado para obter estimativas do coeficiente de repetibilidade da produção de cachos de progênies de híbridos entre o caiaué e o dendezeiro, enquanto o método baseado na Análise de Variância foi o menos eficiente.

## Capítulo 2

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

#### 1. Introdução

O dendezeiro ou palma africana (*Elaeis guineensis* Jacq.) é atualmente a principal fonte mundial de óleo vegetal. Em 2004/05 a produção mundial de óleo de dendezeiro foi de 33,2 milhões de toneladas e a de palmiste mais de 3,5 milhões, em uma área de produção de 8,5 milhões de hectares, enquanto a produção de óleo de soja, com uma área cultivada aproximadamente dez vezes superior a do dendezeiro, 89,5 milhões de hectares, foi de 32,4 milhões de toneladas (Oil World, 2005; USDA, 2006, FEDEPALMA, 2006).

A dendeicultura 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. Contudo, a dendeicultura nesses países vem sendo afetada por uma anomalia de etiologia ainda desconhecida denominada Amarelecimento Fatal (AF), a qual representa a maior ameaça para a expansão da atividade, pois já ocorre em quase todos os países produtores de dendezeiro no continente, nos quais dizimou milhares de hectares, e não existe método de controle (De Franqueville, 2003).

Como não foi encontrada fonte de resistência no dendezeiro, a estratégia para o desenvolvimento de variedades resistentes é a introgressão da resistência apresentada pelo caiaué (*E. oleifera* (Kunth) Cortés) empregando a hibridação interespecífica. A Embrapa Amazônia Ocidental está conduzindo um programa de melhoramento baseado na hibridação interespecífica com o objetivo de obter híbridos que combinem características de interesse do caiaué como resistência a pragas e doenças e reduzida taxa anual de crescimento vertical do estipe, com a alta produtividade do dendezeiro. Embora a produtividade dos híbridos interespecíficos avaliados até o momento seja inferior à das variedades de dendezeiro de tipo Tenera, principalmente pelo menor rendimento de óleo no cacho, a variabilidade existente na espécie permite prever que é possível desenvolver variedades híbridas tão ou mais produtivas do que o dendezeiro.

Os híbridos interespecíficos, além de apresentarem produtividade inferior às cultivares de dendezeiro do tipo Tenera, apresentam anomalias nas inflorescências masculinas dos híbridos, fenômeno conhecido como ginandromorfia. Devido à ocorrência da ginandromorfia, a produção de pólen é baixa e, por isso, pode haver quantidade insuficiente de pólen para adequada polinização das inflorescências femininas nos plantios de híbridos em que não houver dendezeais nas proximidades. Cachos que não são polinizados adequadamente produzem menor quantidade de frutos viáveis, por isso, na falta de pólen, é necessário o emprego da prática da polinização assistida para obter-se boa taxa de frutificação, mas também elevando os custos de produção.

A arquitetura das inflorescências ginandromórficas assemelha-se às inflorescências masculinas, com espiguetas cilíndricas carregando muitas flores, mas ao invés das flores masculinas desenvolvem-se pequenas flores femininas, e este tipo de inflorescência é incapaz de produzir pólen. No dendezeiro, inflorescências ginandromórficas podem ocorrer na fase jovem, desaparecendo posteriormente, mas, nos híbridos, são mais freqüentes (Baudouin, 1983).

Este trabalho foi desenvolvido com o objetivo de analisar a relação entre o tipo de genitor de dendezeiro (Dura, Tenera e Pisífera) e a ocorrência de anomalias florais em inflorescências de híbridos interespecíficos entre o caiaué e o dendezeiro.

## **2. Material e métodos**

### **2.1 Área experimental**

O trabalho foi desenvolvido no Campo Experimental do Rio Urubu – CERU, pertencente a Embrapa Amazônia Ocidental, localizado na cidade de Rio Preto da Eva/AM no Distrito Agropecuário da Superintendência da Zona Franca de Manaus (SUFRAMA), com latitude 2°35' S, longitude 59°28' W, e altitude 200 m. De acordo com a classificação do Köppen, o clima é do tipo Ami, quente úmido, tropical chuvoso, com variação anual de temperatura inferior a 5 °C sem definição de estações verão e inverno. A temperatura média anual varia em torno de 27 °C, com média de máximas de 32 °C e de mínimas 21 °C. A umidade relativa do ar varia em torno de 85%. A média de insolação total anual é de 1.940 horas. A pluviosidade anual média é de aproximadamente 2.100 mm. O solo, segundo a classificação brasileira, é do tipo latossolo amarelo de textura muito argilosa (Miranda et al., 2003).

## 2.2 Cruzamentos analisados

Foram analisados três tipos de cruzamentos; caiaué com dendezeiro Dura (12 cruzamentos), caiaué com dendezeiro Pisífera (11 cruzamentos) e caiaué com dendezeiro Tenera (15 cruzamentos) (Tabela 13). O plantio desses híbridos foi realizado em 1991. De cada cruzamento foram analisadas de 10 a 12 plantas. A emissão de inflorescências foi acompanhada mensalmente durante um ano, sendo registrado o número de inflorescências masculinas emitidas e a ocorrência de inflorescências com anomalias (Figura 1).



**Figura 1** – Inflorescências masculinas do híbrido interespecífico. **A.** Inflorescência normal. **B.** Inflorescências com anomalia.

**Tabela 13** – Cruzamentos interespecíficos dos tipos caiaué com dendezeiro tipo Dura (OxD), caiaué com dendezeiro tipo Tenera (OxT) e caiaué com dendezeiro tipo Pisífera (OxP) analisados quanto a ocorrência de anomalias florais.

Nº	Tipo de cruzamento	Identificação do cruzamento	Tipo da progênie de dendezeiro	Identificação dos genitores		Número de plantas
				Caiaué	Dendezeiro	
1	OxD	RUB 71	Dura	CAC 42 (Manicoré)	L2550D	10
2		RUB 54	Dura	CAC 51 (Manicoré)	L2940D	10
3		RUB 55	Dura	CAC 37 (Manicoré)	L2550D	10
4		RUB 52	Dura	CAC 32 (Manicoré)	L3038D	10
5		RUB 48	Dura	CAC 31 (Manicoré)	L2937D	11
6		RUB 45	Dura	CAC 35 (Manicoré)	L2940D	10
7		RUB 47	Dura	CAC 34 (Manicoré)	L3038D	11
8		RUB 43	Dura	CAC 35 (Manicoré)	L3035D	12
9		RUB 63	Dura	CAC 33 (Manicoré)	L3038D	10
10		RUB 38	Dura	CAI 133 (Caiambé)	L2937D	13
11		RUB 36	Dura	CAI 33 (Caiambé)	L3035D	12
12		RUB 58	Dura	CAC 48 (Manicoré)	L2940D	13
	<b>Total</b>					<b>132</b>
13	OxT	RUB 41	Dura - Tenera	CAC 34 (Manicoré)	L3673T	11
14		RUB 51	Dura - Tenera	CAC 25 (Manicoré)	L5003T	10
15		RUB 50	Dura - Tenera	CAC 27 (Manicoré)	L6219T	10
16		RUB 46	Dura - Tenera	CAC 27 (Manicoré)	L3673T	10
17		RUB 44	Dura - Tenera	CAC 29 (Manicoré)	L2032T	12
18		RUB 68	Dura - Tenera	CAC 28 (Manicoré)	L2032T	10
19		RUB 42	Dura - Tenera	CAC 19 (Manicoré)	L6223T	12
20		RUB 66	Dura - Tenera	CAC 42 (Manicoré)	L6919T	12
21		RUB 65	Dura - Tenera	CAC 22 (Manicoré)	L2032T	12
22		RUB 39	Dura - Tenera	CAC 29 (Manicoré)	L3673T	10
23		RUB 62	Tenera	CAC 33 (Manicoré)	L5003T	12
24		RUB 60	Dura - Tenera	CAC 47 (Manicoré)	L6219T	12
25		RUB 59	Dura - Tenera	CAC 49 (Manicoré)	L5003T	11
26		RUB 57	Dura - Tenera	CAC 48 (Manicoré)	L6223T	11
27		RUB 56	Dura - Tenera	CAC 48 (Manicoré)	L2032T	12
	<b>Total</b>					<b>167</b>
28	OxP	RUB 72	Tenera	CAC 51 (Manicoré)	5820-07P	10
29		RUB 75	Tenera	CAC 29 (Manicoré)	5820-07P	10
30		RUB 77	Tenera	CAC 23 (Manicoré)	5820-07P	10
31		RUB 79	Tenera	CA 20 (Careiro)	5820-07P	10
32		RUB 80	Tenera	CAC 51 (Manicoré)	1114P	10
33		RUB 81	Tenera	CAC 45 (Manicoré)	1114P	10
34		RUB 84	Tenera	CAC 23 (Manicoré)	1114P	10
35		RUB 85	Tenera	CAC 23 (Manicoré)	5820-07P	10
36		RUB 86	Tenera	CAC 19 (Manicoré)	5820-07P	10
37		RUB 88	Tenera	CAC 46 (Manicoré)	5820-07P	11
38		RUB 87	Tenera	CAC 19 (Manicoré)	5820-07P	11
	<b>Total</b>					<b>112</b>
<b>Total</b>						<b>411</b>

### 2.3 Análises estatísticas

A ocorrência média de flores anômalas nos diferentes tipos de cruzamento foi comparada pelo emprego do teste t ao nível de 5% de probabilidade. A homogeneidade das variâncias dos tratamentos foi verificada pelo teste F máximo de Hartley ao nível de 5% de probabilidade (Hartley, 1950). As análises foram realizadas no programa GENES (Cruz, 2006).

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:

$$F = \frac{S_1^2}{S_2^2}$$

Onde:

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

Para comparação das médias quando as variâncias não foram homogêneas, utilizaram-se as equações seguintes:

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

em que:

$\hat{m}_1$  e  $\hat{m}_2$ : médias das amostras 1 e 2, respectivamente,

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

$n_1$  e  $n_2$ : número de observações das amostras 1 e 2, respectivamente;

O grau de liberdade, associado à estatística t, é dado por:

$$n = \frac{\left(\frac{S_1^2}{n_1} + \frac{S_2^2}{n_2}\right)^2}{\frac{\left(\frac{S_1^2}{n_1}\right)^2}{n_1-1} + \frac{\left(\frac{S_2^2}{n_2}\right)^2}{n_2-2}}$$

Quando as variâncias foram homogêneas foram empregadas as seguintes equações:

$$t = \frac{\hat{m}_1 - \hat{m}_2}{S_c(\hat{m}_1 - \hat{m}_2)}$$

em que:

$$S_c(\hat{m}_1 - \hat{m}_2) = \sqrt{\bar{S}^2 \left(\frac{1}{n_1} + \frac{1}{n_2}\right)}$$

sendo:

$$\bar{S}^2 = \frac{(n_1-2)S_1^2 + (n_2-1)S_2^2}{n_1+n_2-2}$$

O grau de liberdade, associado à estatística t, é dado por:

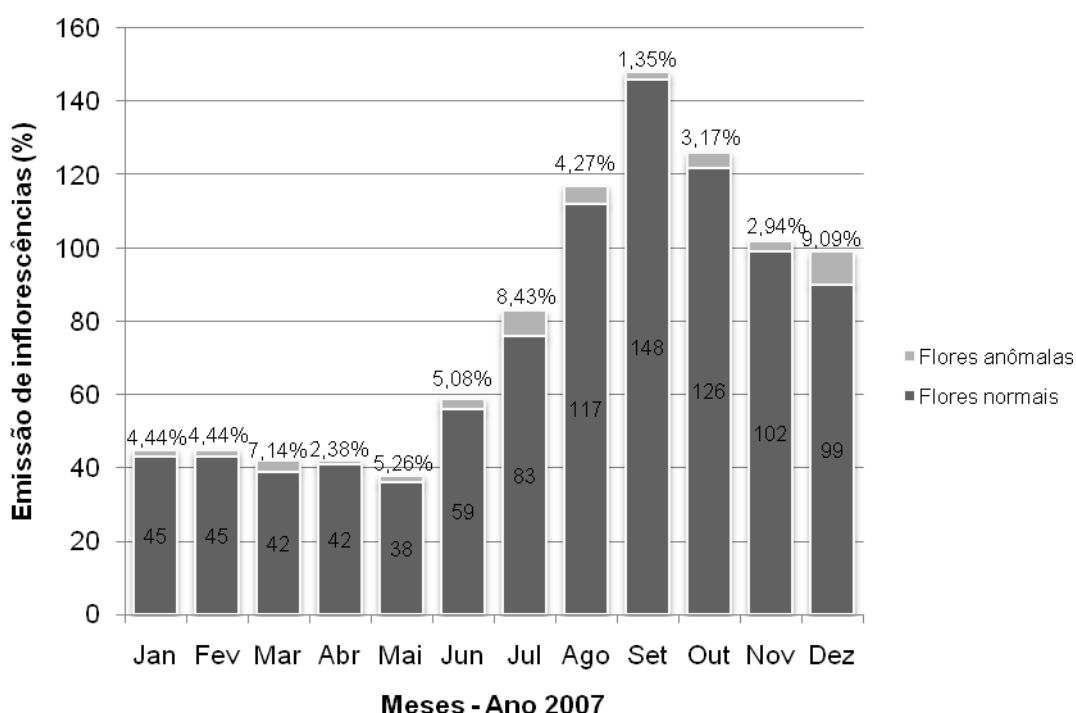
$$n = n_1 + n_2 - 2$$



### 3. Resultados e discussão

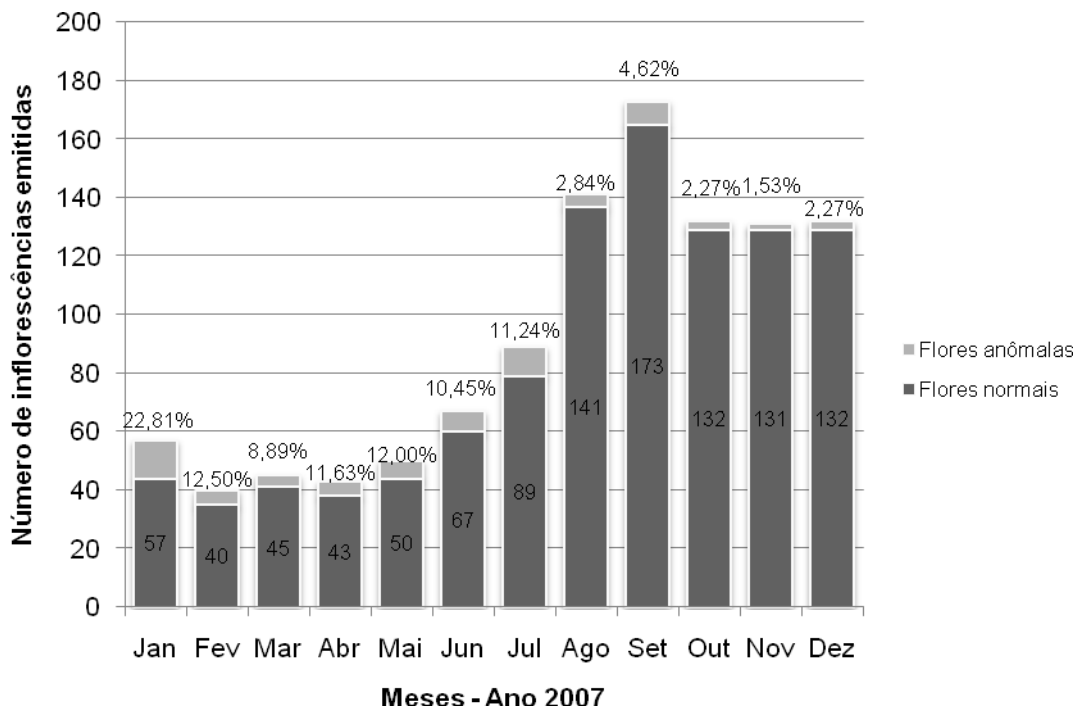
As emissões de inflorescências masculinas e as freqüências de ocorrência de anomalias nos cruzamentos de caiaué com diferentes tipos de genitores de dendezeiro são apresentadas nos gráficos 1, 2 e 3 e as médias de ocorrência por cruzamentos na Tabela 14. Nos três tipos de cruzamentos verificou-se a ocorrência de inflorescências ginandromórficas durante todos os meses do ano.

Nos cruzamentos entre o caiaué e dendezeiro do tipo Dura (OxD), os quais produzem apenas híbridos tipo Dura, considerando 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 freqüência média mensal da ocorrência de inflorescências ginandromórficas foi de 4,83%, variando de 1,35%, em setembro, a 9,09%, em dezembro.



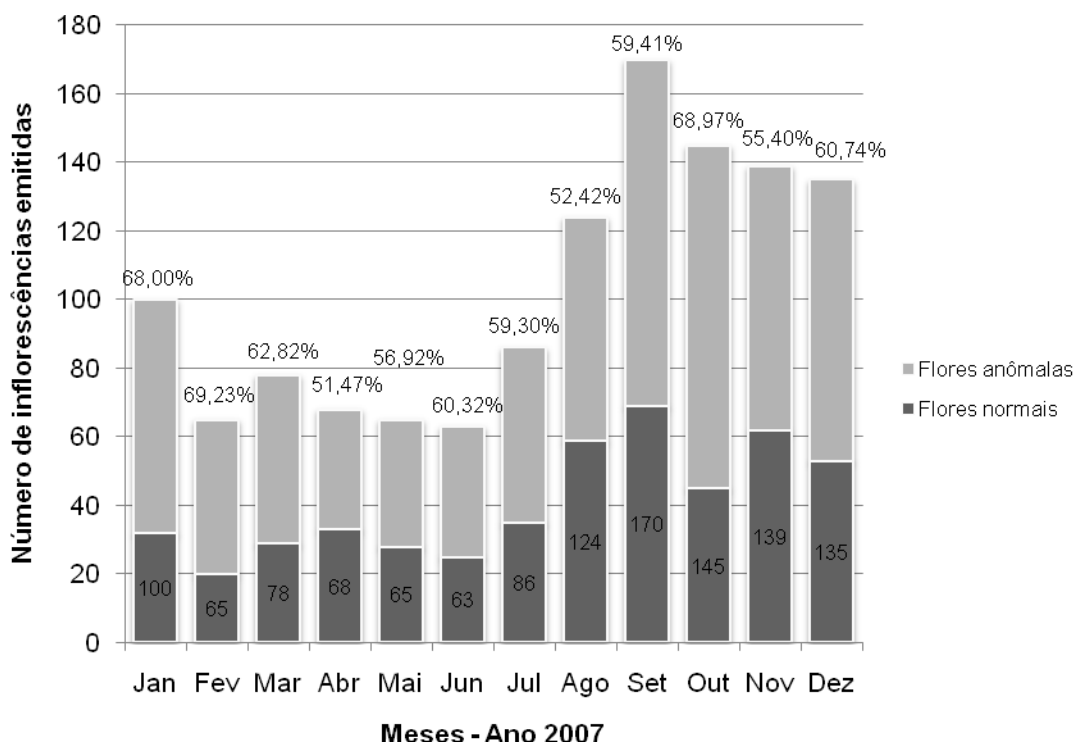
**Figura 2** – Emissão de inflorescências normais e anormais no cruzamento caiaué com dendezeiro tipo Dura (OxD).

Nos híbridos provenientes do cruzamento entre o caiaué com dendezeiro tipo Tenera (OxT), nos quais ocorre a segregação do gene Pisífera e ocorrência de híbridos interespecíficos do tipo Dura e também Tenera, considerando as 167 plantas avaliadas, a emissão de inflorescências masculinas variou de 40, em fevereiro, a 173, em setembro (Figura 3). A frequência média mensal de inflorescências ginandromórficas variou de 1,53%, no mês de novembro, a 22,81%, em janeiro, e a ocorrência média mensal foi de 8,59%.



**Figura 3** – Emissão de inflorescências normais e anômalas no cruzamento caiaué com dendezeiro Tenera (OxT).

Nos cruzamentos entre o caiaué e dendezeiro do tipo Pisífera, os quais produzem híbridos interespecíficos do tipo Tenera, considerando as 112 plantas avaliadas, a emissão de inflorescências masculinas variou de 63, no mês de junho, a 170, no mês de setembro (Figura 4). A frequência média mensal foi de 60,42% de inflorescências ginandromórficas.



**Figura 4** – Emissão de inflorescências normais e anômalas no cruzamento caiaué com dendezeiro tipo Pisífera (OxP).

Os gráficos da distribuição das frequências de ocorrência de inflorescências ginandromórficas demonstram que, independente do tipo de cruzamento, inflorescências anômalas são produzidas durante todos os meses do ano, não estando restrita a períodos ou estações climáticas. Por se tratarem de plantas adultas com, aproximadamente, 16 anos de idade, pode-se inferir que nos híbridos interespecíficos a ocorrência de inflorescência ginandromórfica não trata-se de um fenômeno restrito à idade jovem da planta, como observado em dendezeiro (Baudouin, 1983).

As frequências médias da ocorrência de inflorescências ginandromórficas nos três tipos de cruzamentos interespecíficos são apresentadas na Tabela 14. Todos os cruzamentos de caiaué com dendezeiro do tipo Pisífera apresentaram plantas com inflorescências anômalas, em frequências variando de 20 a 100% e média de 71,32%. Nos cruzamentos do caiaué com dendezeiro do tipo Tenera três de 15 cruzamentos não apresentaram inflorescências anômalas, a frequência média de ocorrência de inflorescências ginandromórficas variou de 0 a 40%, com média de 14,6%, valor estatisticamente inferior ( $t$ ,  $p < 0,05$ ) à frequência verificada nos cruzamentos de caiaué com dendezeiro Pisífera (71,32%) e de caiaué com dendezeiro Dura (9,58%). Nos cruzamentos OxT, tanto as plantas híbridas do tipo Dura (91 plantas) como Tenera (76), apresentaram ocorrência de anomalias florais.

Os resultados demonstram que, com as origens de genitores utilizadas nas hibridações, a ocorrência nos híbridos de inflorescências ginandromórficas está direta ou indiretamente associada com o gene Pisífera. Anomalias nas inflorescências femininas também ocorrem nos híbridos, mas são muito menos frequentes do que nas masculinas, por isso, em plantios de híbridos interespecíficos, havendo polinização adequada, a produtividade não deve ser afetada expressivamente pelas anomalias nessas inflorescências. De acordo com Jacquemard et al. (1995), em plantios de dendezeiro, quatro inflorescências masculinas em antese por hectare são suficientes para garantir polinização adequada. No caso de plantios de híbridos interespecíficos esse número deve ser superior visto que a viabilidade do pólen dos híbridos, em geral, é inferior a do dendezeiro (Arnaud, 1980; Baudouin, 1983). Deve-se ainda considerar diferenças na atratividade das flores para os insetos polinizadores e características morfológicas do pólen que afetam a eficiência da dispersão pelos insetos.

**Tabela 14** – 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.

Tipo de cruzamento												
Nº	Cruz.	OxD			Cruz.	OxT			Cruz.	OxP		
		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 62	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				
<b>Total</b>		<b>132</b>	<b>12</b>			<b>167</b>	<b>24</b>			<b>112</b>	<b>81</b>	
<b>Max (%)</b>				<b>20</b>				<b>40</b>				<b>100</b>
<b>Min (%)</b>				<b>0</b>				<b>0</b>				<b>20</b>
<b>Média</b>				<b>9,58</b>				<b>14,60</b>				<b>71,32</b>
<b>Variância</b>				<b>51,90</b>				<b>140,74</b>				<b>632,79</b>

**Nota:**

CA : Com anomalia

(%) : Percentagem de anomalia

**Tabela 15** – Comparação das médias (teste t) de ocorrência de inflorescências masculinas anômalas entre tipos entre tipos de cruzamentos interespecíficos caiaué x dendezeiro. Embrapa Amazônia Ocidental.

Tipo de cruzamento	Fc para homogeneidade das variâncias	GL	t Hartley
(OxD) x (OxT)	2,71 <sup>ns</sup>	25,00	1,35 <sup>ns</sup>
(OxD) x (OxP)	12,19*	11,50	7,85*
(OxT) x (OxP)	4,49*	13,27	6,94*

\* e <sup>ns</sup>, significativo e não significativo a 5% de probabilidade, respectivamente.

#### **4. Conclusões**

A ocorrência de inflorescências ginandromórficas em híbridos interespecíficos obtidos do cruzamento entre o caiaué e o dendezeiro está associada direta ou indiretamente com o gene *Pisífera* oriundo do dendezeiro.

A ocorrência de inflorescências ginandromórficas em híbridos interespecíficos não é um fenômeno reversível ou associado apenas à fase jovem das plantas como ocorre no dendezeiro.

Inflorescências ginandromórficas ocorrem durante todos os meses do ano, não estando restritas a épocas ou estações climáticas.

## Capítulo 3

### Germinação de pólen de híbridos interespecíficos entre o caiaué e o dendezeiro

#### 1. Introdução

A viabilidade do pólen pode ser determinada por meio de um grande número de técnicas (Dafni, 1992; Kears e Inouye, 1993). A germinação *in vitro* é um dos métodos mais utilizados em testes de viabilidade de pólen em análises realizadas para aplicação em programas de melhoramento genético (Marcellán e Camadro, 1996). Este método é influenciado por muitos fatores, existindo diferenças entre espécies quanto às condições exigidas para a germinação de pólen, envolvendo, principalmente, os constituintes do meio de cultura, a temperatura e o tempo de incubação. Além disso, também é influenciada pelo estágio de desenvolvimento da flor, quando da coleta de pólen, e pelas condições de armazenamento (Stanley e Linskens, 1974). Cada espécie requer condições específicas para a germinação *in vitro*. Nas palmeiras as condições específicas parecem ser amplas, pois resultados aceitáveis têm sido obtidos com diversos açúcares, meios de cultura líquidos ou semi-sólidos, com ou sem a adição de ácido bórico (Reed, 1979; Rognon e Nucé de Lamothe, 1978). Geralmente são utilizados meios de cultura semi-sólidos preparados com o agente solidificante ágar e açúcar, componente que promove o equilíbrio osmótico entre o pólen e o meio de cultura e fornece energia para o desenvolvimento do tubo polínico (Stanley e Linskens, 1974).

A análise da germinação de pólen é uma condição preliminar indispensável

ao melhoramento genético clássico, pois, em geral, em pelo menos uma das fases dos programas de melhoramento é necessário a realização de polinizações controladas. Assim, informações sobre viabilidade, desenvolvimento e germinação dos tubos polínicos e taxas de crescimento dos grãos de pólen são fundamentais para estudos sobre biologia reprodutiva e para desenvolvimento de programas de melhoramento genético que empregam a hibridação, pois determinam a viabilidade dos cruzamentos e permitem elucidar algumas formas de incompatibilidade (Kears e Inouye, 1993; Flanklin et al., 1995).

No melhoramento genético do dendezeiro uma das linhas de pesquisa que vem sendo desenvolvida é a introgressão de características do caiaué através da hibridação interespecífica (Barcelos et al., 2000). Híbridos entre essas duas espécies podem apresentar problemas na frutificação dos cachos, o que pode ser atribuído à baixa disponibilidade de pólen pela ocorrência de inflorescências masculinas ginandromórficas, problemas na dispersão do pólen e a baixa viabilidade do pólen dos híbridos (Arnaud, 1980). Observações empíricas indicam que plantas híbridas localizadas próximas a dendezais apresentam boa frutificação, enquanto nos locais onde não existem dendezais nos arredores ocorre alta frequência de aborto dos cachos e poucos frutos normais, exigindo a realização regular de polinização assistida para atingir produtividades satisfatórias, o que eleva o custo de produção.

O objetivo desse trabalho foi avaliar a taxa de germinação de grãos de pólen dos híbridos interespecíficos entre o caiaué e o dendezeiro em meio artificial para verificar se a viabilidade do pólen dos híbridos é fator restritivo à adequada polinização e conseqüentemente a produtividade dos plantios desse material.



## **2. Material e métodos**

### **2.1 Locais de condução do trabalho**

O estudo foi dividido em duas fases. A primeira fase envolveu a coleta, secagem e acondicionamento de pólen e foi realizada no Campo Experimental do Rio Urubu (CERU) localizado a, aproximadamente, 150 km ao Norte de Manaus, latitude 2°35' S, longitude 59°28' W e altitude 200 m, na estrada ZF-07 do Distrito Agropecuário da Superintendência da Zona Franca de Manaus (SUFRAMA). 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 temperatura média anual varia em torno de 27 °C, com média de máximas de 32 °C e de mínimas 21 °C. A umidade relativa do ar varia em torno de 85 %. A média de insolação total anual é de 1.940 horas. A pluviosidade anual média é de, aproximadamente, 2.100 mm. Na área predomina um latossolo amarelo de textura muito argilosa. Na segunda fase foi analisada a germinação de pólen no Laboratório de Dendzeiro e Agroenergia, localizado na sede da Embrapa Amazônia Ocidental, na rodovia AM-10, Km. 29 S/N.

### **2.2 Delineamento experimental**

O experimento foi conduzido no delineamento inteiramente casualizado com seis tratamentos; as espécies caiaué e dendzeiro e quatro híbridos interespecíficos. A germinação de pólen *in vitro* dos tratamentos foi analisada com cinco repetições, sendo cada repetição representada por uma inflorescência. Os tratamentos de híbridos interespecíficos foram constituídos de cruzamentos do caiaué com dendzeiro dos tipos: Dura, Tenera e Pisífera. Do cruzamento caiaué com dendzeiro Dura, que geram apenas plantas híbridas do tipo Dura, foi analisada a germinação de pólen de cinco inflorescências, coletadas em diferentes plantas híbridas. O mesmo procedimento foi adotado para a análise da germinação de pólen das plantas híbridas do cruzamento do caiaué com dendzeiro tipo písifera, que gera apenas plantas híbridas do tipo Tenera. No caso do cruzamento do caiaué com dendzeiro tipo Tenera, que gera tanto plantas híbridas do tipo Dura (50%) como Tenera (50%), foram analisadas cinco inflorescências de plantas híbridas do tipo

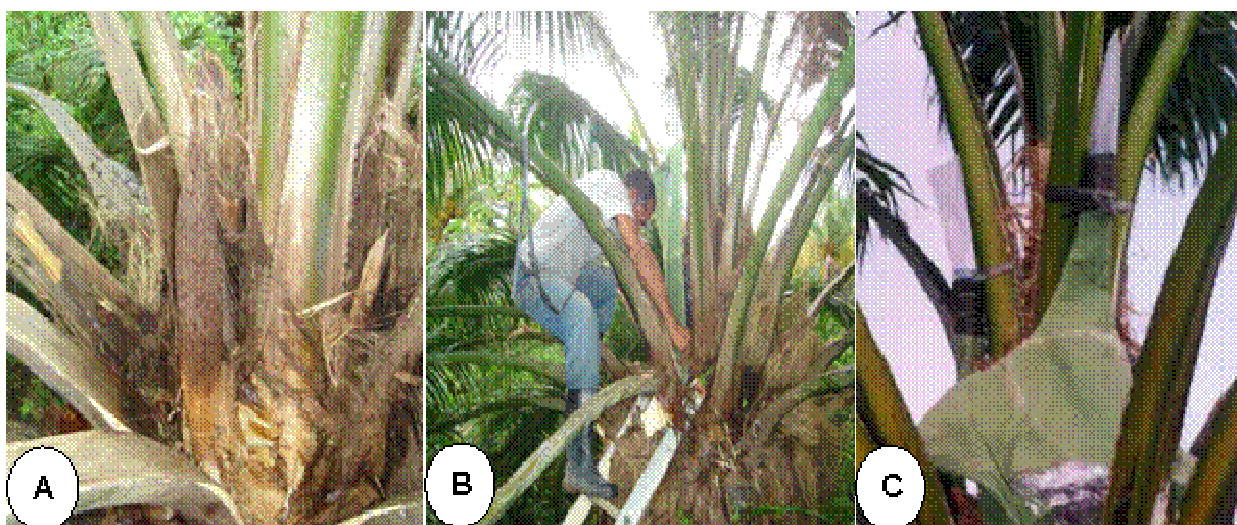
Dura e cinco do tipo Tenera. Foi também analisada a germinação de pólen de cinco plantas de caiaué e cinco de dendezeiro tipo Pisífera.

### 2.3 Coleta e preparo de pólen

O procedimento para coleta das inflorescências masculinas, secagem e acondicionamento de pólen foi realizado de acordo com os procedimentos recomendados pelo Institut de Recherches pour les Huiles et les Oléagineux – IRHO (1983), e utilizados no programa de melhoramento genético e produção de sementes comerciais de dendezeiro da Embrapa Amazônia Ocidental.

#### 2.3.1 Isolamento das inflorescências masculinas

As inflorescências masculinas foram isoladas utilizando sacos de lona espessa (nº8), que impede a passagem de insetos e pólen, com 70 cm de altura e 60 cm de largura e uma janela de plástico de 2 mm de espessura com dimensões de 14 cm de altura e de 12 cm de largura, em cada lado, costurada sob a lona (Figura 5). O saco possui uma manga na extremidade na qual é acoplado um cilindro e um saco de plástico medindo 12 cm de comprimento e 8 cm de diâmetro, usado para coleta de pólen, o qual é fixado no saco com o uso de ligas de borracha assegurando a perfeita vedação. As janelas permitem o acompanhamento do desenvolvimento das inflorescências isoladas e a identificação do momento adequado de coleta das mesmas.



**Figura 5** – Processo de isolamento da Inflorescência masculina para coleta de pólen. **A.** Seleção e limpeza da inflorescência. **B.** Isolamento da inflorescência. **C.** Inflorescência isolada. Embrapa Amazônia Ocidental.

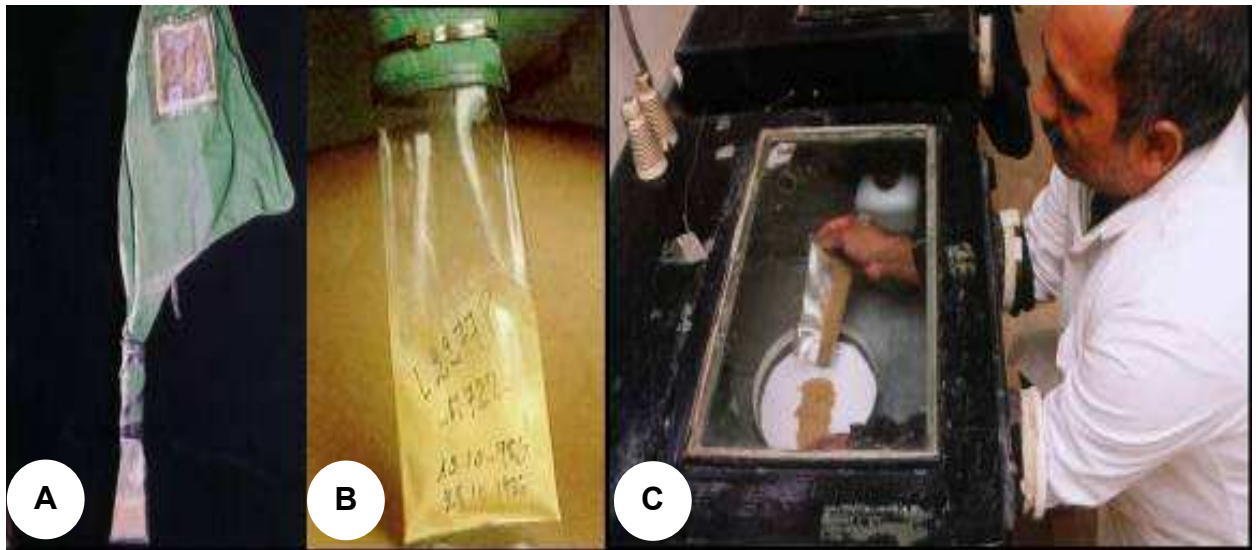
### 2.3.2 Coleta de pólen

As inflorescências masculinas foram coletadas quando 2/3 das flores estavam em antese completa. A coleta da inflorescência ensacada foi realizada cortando o pedúnculo da inflorescência, que após ser coletada foi encaminhada para o laboratório de preparo do pólen no CERU.

### 2.3.3 Secagem e purificação de pólen

No laboratório, a inflorescência permaneceu por duas a três horas em sala climatizada para a secagem. Em seguida, com o coletor voltado para baixo, bateu-se no saco com a inflorescência ensacada fazendo com que o pólen fosse depositado dentro do coletor plástico, fixado na extremidade da manga do saco de isolamento (Figura 6). O coletor foi dobrado, vedado por selação quente e a parte externa desinfetada com álcool.

O coletor já desinfetado e contendo o pólen foi levado para a caixa de manipulação, previamente esterilizada por 5 minutos de aquecimento a 150°C. No interior da caixa foram colocadas, antes do processo de esterilização, duas peneiras e uma espátula usadas na manipulação. Uma peneira, contendo 100 g de sílica gel na parte inferior e uma folha de papel filtro branca na parte superior, foi usada para secagem do pólen e a outra, contendo uma folha de papel filtro na parte superior, utilizada no peneiramento do pólen.

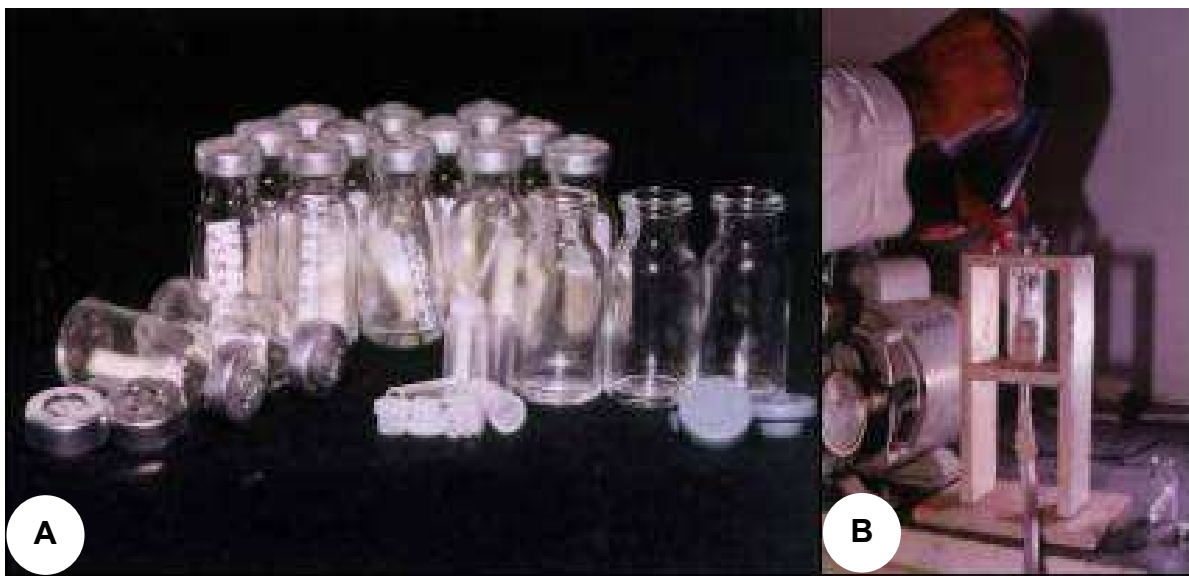


**Figura 6** – Coleta de pólen. **A.** Coletor de pólen voltado para abaixo. **B.** Pólen depositado no coletor de plástico. **C.** Processo de peneiragem dentro da caixa de manipulação de pólen. Campo Experimental do Rio Urubu. Embrapa Amazônia Ocidental.

Para o processo de secagem, na caixa de manipulação, o coletor foi aberto e o pólen depositado em cima da folha de papel filtro na parte superior da peneira (Figura 6), esta foi então tampada e fechada hermeticamente com fita crepom. Na tampa foi fixada uma etiqueta com informações do genitor, colheita e horário de peneiramento do pólen. Após 18 horas de secagem o pólen foi transferido para a peneira vazia e peneirado sobre uma folha de papel filtro. Após o peneiramento, a peneira foi hermeticamente vedada e afixada na tampa uma etiqueta com as informações do pólen e horário de secagem. Após o peneiramento o pólen foi mantido por mais um período de secagem de 24 horas.

#### 2.3.4 Acondicionamento do pólen

Com o auxílio da espátula o pólen peneirado foi distribuído em pequenos tubos de plástico colocando sobre o pólen uma porção de algodão e em seguida a tampa plástica do tubo. Cada tubo foi colocado dentro de um frasco de vidro, previamente desinfetado, juntamente com uma pequena etiqueta de identificação do genitor doador do pólen e a data de coleta. Os frascos são tampados com rolhas de borracha, lacrados a vácuo e armazenados a  $-20^{\circ}\text{C}$  (Figura 7). Em seguida as amostras foram enviadas para análise no laboratório de Dendzeiro e Agroenergia da Embrapa Amazônia Ocidental para análise da germinação *in vitro*.



**Figura 7** – Acondicionamento do pólen. **A.** Frascos para o armazenamento de pólen. **B.** Equipamento para fechamento dos frascos a vácuo. Embrapa Amazônia Ocidental.

#### **2.4. Germinação do pólen *in vitro***

Para a análise da germinação do pólen *in vitro* foi utilizado meio de cultura semi-sólido preparado com 1,2 g de ágar e 11g de sacarose diluída em água até o volume final de 100 ml e distribuído em placas de petri. Após a solidificação e resfriamento do meio de cultura o pólen foi aspergido sobre a superfície do mesmo com auxílio de um pincel e em seguida incubado em câmara B.O.D. a 40°C durante duas horas e, após esse período, realizada a contagem de grãos de pólen germinados. A placa de petri foi dividida em quatro campos e em cada campo feito uma amostragem aleatória usando a objetiva 10x20 do microscópio. Em cada campo foi contado o número de grãos de pólen germinados e não germinados e posteriormente obtida a média dos valores dos quatro campos. Foram considerados germinados os grãos de pólen que apresentaram o comprimento do tubo polínico igual ou superior ao diâmetro do próprio grão de pólen.

Para cálculo da percentagem de germinação foi empregada a fórmula:

$$\% \text{ de germinação} = \frac{\text{Grãos germinados}}{\text{Grãos totais}} \times 100$$

## **2.5. Análise dos dados**

Os dados foram submetidos à análise de variância e teste de médias (Tukey 5%). As análises estatísticas foram realizadas utilizando o programa GENES (Cruz, 2006).

### 3. Resultados e discussão

A germinação percentual em meio artificial foi considerada como indicador da viabilidade de pólen. A análise de variância da germinação percentual de pólen dos tratamentos é apresentada na Tabela 16. O teste F indica que houve significância dos efeitos dos tratamentos no percentual de germinação de pólen e que existem diferenças entre as médias dos mesmos ( $p=0,017\%$ ). O coeficiente de variação (CV) foi de 14,68%, indicando boa precisão experimental.

**Tabela 16:** Análise de variância da germinação percentual de grãos de pólen de dendezeiro, caiaué e híbridos interespecíficos.

Fonte de Variação	Graus de Liberdade	Soma de Quadrados	Quadrado Médio	F	Probabilidade (%)
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

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 17 são comparadas as médias dos tratamentos. De acordo com o teste Tukey, ao nível de 5% de probabilidade, 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 estatisticamente do percentual de germinação de pólen do caiaué (73,13%). O percentual de germinação do pólen de caiaué, embora com valor nominal superior ao dos híbridos, não diferiu estatisticamente destes. Os percentuais de germinação dos híbridos não diferiram estatisticamente entre si e apresentaram valores próximos; 58,29% de germinação média do pólen do híbrido Dura proveniente do cruzamento do dendezeiro Tenera com caiaué, 58,10% do pólen do híbrido Tenera proveniente do cruzamento do dendezeiro Pisífera com caiaué, 58,02% do pólen do híbrido Dura proveniente do cruzamento do dendezeiro Dura com caiaué e 54,80% do pólen do híbrido Tenera do cruzamento do dendezeiro Tenera com o caiaué.

**Tabela 17:** Percentual médio de germinação de pólen de dendezeiro, caiaué e híbridos interespecíficos.

<b>Tipo de pólen</b>	<b>Média*</b>
Dendezeiro písifera	84,81 <sup>a</sup>
Caiaué	73,13 <sup>ab</sup>
Híbrido tipo Dura (cruzamento dendezeiro Tenera com caiaué)	58,29 <sup>b</sup>
Híbrido tipo Dura (cruzamento dendezeiro Písifera com caiaué)	58,10 <sup>b</sup>
Híbrido tipo Dura (cruzamento dendezeiro Dura com caiaué)	58,02 <sup>b</sup>
Híbrido tipo Tenera (cruzamento dendezeiro Tenera com caiaué)	54,80 <sup>b</sup>
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.

Arnaud (1980) analisou o poder germinativo do pólen de híbridos interespecíficos obtidos entre dendezeiro das origens Yangambi e La Mé e caiaué das origens colombiana (Monteira e San Alberto) e brasileira (Belém e Manaus). As taxas de germinação variaram de 20,0 a 44,0% nos híbridos, valores inferiores aos observados nesse trabalho, no qual as taxas de germinação de pólen dos híbridos variaram de 54,80 a 58,29%. De acordo com o autor, embora os híbridos produzam boa quantidade de pólen, verifica-se baixa taxa de germinação e ocorrem problemas na disseminação dos grãos de pólen, e atribui isso a dois fatores: ocorrência de flores que não se abrem e presença de goma nas espiguetas. O autor também destaca a grande variabilidade na germinação de pólen entre os híbridos estudados e que os valores mais elevados foram dos híbridos obtidos do cruzamento com caiaué de origem brasileira.

Resultados similares aos de Arnaud (1980) foram encontrados por Baudouin (1983), que analisou a fertilidade do pólen de híbridos obtidos em cruzamentos de dendezeiro das origens La Me e Yangambi com caiaué das origens colombiana (Monteira, San Alberto) e brasileira. O autor dividiu os híbridos em três grupos: (1) plantas com boa floração, (2) plantas com floração intermediária e (3) plantas com floração muito baixa ou nula. A taxa de germinação mais elevada foi de 53,3% para pólen de híbridos obtidos do cruzamento com caiaué de origem brasileira e 17,5% para os híbridos obtidos com caiaué de origem colombiana (San Alberto).

Alvarado et al. (2000) obteve valores de viabilidade do pólen de híbridos inferiores aos citados por Arnaud (1980) e Baudouin (1983). A taxa de germinação



média do híbrido foi de 6,2%, enquanto a do dendezeiro foi de 61,8% e do caiaué 66,9%. O autor sugere que a baixa germinação do pólen dos híbridos deve-se à ocorrência ocasional de pareamento incompleto dos cromossomas durante a divisão celular e à má formação das anteras. Alguns autores sugerem a ocorrência de degeneração do pólen durante a meiose e na antese (Hardon e Tan, 1969; Tan, 1976; Arnaud, 1979; Schwediman et al., 1983).

Segundo Baudouin (1983) os resultados encontrados evidenciam diferença significativa entre as origens e que os valores justificam a aplicação de polinização assistida; já para Arnaud (1980), o pólen produzido pelos híbridos é capaz de polinizar as flores femininas, embora os cachos apresentem baixa proporção de frutos normais comparado ao dendezeiro.

Bérnard e Noiret (1970) recomendam o uso de pólen que apresente, no mínimo, 60% de germinação, e Arnaud (1979), superior a 70%, este destaca ainda que se a taxa de germinação estiver entre 40 e 70%, além de se evitar o armazenamento e usá-lo imediatamente, deve-se compensar a baixa qualidade com maior quantidade, entretanto, se a germinação for inferior a 40%, recomenda a eliminação do pólen.

As taxas de germinação de pólen dos híbridos interespecíficos estudados são superiores a 50%, valores que não devem restringir a boa frutificação e produtividade em plantios híbridos desde que haja número suficiente de inflorescências em antese e população adequada de polinizadores que assegurem a dispersão necessária do pólen.

#### **4. Conclusões**

As taxas de germinação de pólen dos diferentes tipos de híbridos interespecíficos não diferem entre si nem do genitor caiaué, mas são inferiores a do dendezeiro.

A taxa de germinação de pólen dos híbridos é suficiente para o sucesso na hibridação interespecífica nos programas de melhoramento genético do dendezeiro.

### 3. Conclusões Gerais

Para seleção de progênies híbridas de caiaué com dendezeiro, representadas por pelo menos dez plantas, são necessários pelo menos quatro anos de avaliação consecutivos da produção de cachos para atingir precisão superior a 85% na predição do valor das progênies.

Para seleção individual de plantas híbridas de caiaué com dendezeiro são necessários pelo menos seis anos de avaliação consecutivos da produção de cachos para atingir precisão superior a 80% na predição do valor dos indivíduos.

O método dos Componentes Principais com base na matriz de covariâncias demonstrou ser mais adequado para obter estimativas do coeficiente de repetibilidade da produção de cachos de progênies de híbridos entre o caiaué e o dendezeiro, enquanto o método baseado na Análise de Variância foi o menos eficiente.

A ocorrência de inflorescências ginandromórficas em híbridos interespecíficos obtidos do cruzamento entre o caiaué e o dendezeiro está associada direta ou indiretamente com o gene *Pisífera* oriundo do dendezeiro.

A ocorrência de inflorescências ginandromórficas em híbridos interespecíficos não é um fenômeno reversível ou associado apenas à fase jovem das plantas como ocorre no dendezeiro.

Inflorescências ginandromórficas ocorrem durante todos os meses do ano, não estando restritas a épocas ou estações climáticas.

As taxas de germinação de pólen dos diferentes tipos de híbridos interespecíficos não diferem entre si nem do genitor caiaué, mas são inferiores a do dendezeiro.

A taxa de germinação de pólen dos híbridos é suficiente para o sucesso na hibridação interespecífica nos programas de melhoramento genético do dendezeiro.

## Referências bibliográficas

- Abeywardena, V. 1972. An application of component analysis in genetics. *Journal of Genetics, Sadashivanagar*, 61: 27-51.
- Adam, H.; Jouannic, S.; Escoute, J.; Duval, Y.; Verdeil, J-L; Tregear, J.W. 2005. Reproductive developmental complexity in the African oil palm (*Elaeis guineensis*, Arecacea). *American Journal of Botany*, 92(11): 1836-1852.
- Alvarado, A.; Bulgarelli, J.; Moya, B. 2000. Germinación del polen en poblaciones derivadas de un híbrido entre *Elaeis guineensis* Jacq. y *E. oleifera* HBK, Cortés. *ASD Oil Palm Papers*, 20: 35-36.
- Amblard, P. ; Noirete, J.M. ; Kouame, B. ; Potier, F. ; Adon, B. 1995. Performances comparées des hybrides interspécifiques et du matériel commercial *E. guineensis*. *Oléagineux*, 2(5): 335-340.
- Arnaud, F. 1979. La pollinisation assistée dans les plantations de palmiers à huile. Recolté et conditionnement du pollen. *Oléagineux*, 34(4): 175-176.
- Arnaud, F. 1980. Fertilité pollinique de l'hybride *Elaeis melanococca* x *Elaeis guineensis* et des espèces parentales. *Oléagineux*, 35:(3) 121-127.
- Barcelos, E.; Santos, M.; Vasconcellos, M.E. 1985. Phenotypic variation in natural populations of caiaué, *Elaeis oleifera* H.B.K, Cortés, in the brazilian amazon. *In: International Workshop on oil palm germplasm and utilization*. Kuala Lumpur.
- Barcelos, E. 1986. Características genético e ecológicas de populações naturais de caiaué (*Elaeis oleifera* (H.B.K) Cortés na Amazônia Brasileira. Master's thesis, Instituto Nacional de Pesquisas da Amazônia/Fundação Universidade de Amazonas, Manaus, Amazonas. 108pp.
- Barcelos, E.; Amblard, P. 1990. Melhoramento genético: solução para o problema da podridão flexa do dendezeiro. *In: International Seminar of the Identification and control of the organism(s) and other factors(s) causing the spear rot syndrome in oil palm*. 1988. Paramaribo. Proceedings. Paramaribo: MAAHF. p. 22-27.

- Barcelos, E. 1998. Étude de la diversité génétique du genre *Elaeis* (*E. oleifera* (Kunth) et *E. guineensis* Jacq.), par marqueurs moléculaires (RFLP et AFLP). Doctor's these – École Nationale Supérieure Agronomique de Montpellier. France. 137pp.
- Barcelos, E.; Nunes, C.D.; Cunha, R.N.V. 2000. Melhoramento genético e produção de sementes comerciais de dendzeiro. *In*: Viégas, I.J.; Müller, A.A. A cultura do dendzeiro na Amazônia Brasileira. Belém. Embrapa Amazônia Oriental. p.145-174.
- Barcelos, E.; Cunha, R.N.V.; Nouy, B. 2001a. Recursos genéticos de Dendê (*Elaeis guineensis*, Jacq. e *E. oleifera* (Kunth) Cortés) disponíveis na Embrapa e sua utilização. *In*: Muller, A.; Furlan, J. Agronegócio do Dendê: uma alternativa social, econômica e ambiental para o desenvolvimento sustentável da Amazônia. 1ª edição. EMBRAPA Amazônia Oriental. Belém. p. 131-143.
- Barcelos, E.; Cunha, R.N.V.; Nouy, B.; Pacheco, A.R., 2001b. Recursos genéticos caiaué. *In*: Sousa, N.R.; Sousa, A.G.C. Recursos fitogenéticos na Amazônia Ocidental. Conservação, pesquisa e utilização. 1ª edição. EMBRAPA. Manaus. p. 41-76.
- Baudouin, L. 1983. *Estude de La fertilité de l'hybride interspécifique de palmier a huile Elaeis melanococca Gaert. x Elaeis guineensis Jacq.* Doctor's thesis Université de Paris – SUD Centre D'Orsay, Paris. 125pp.
- Beinaert, A. ; Vanderweyen, R. 1941. Contribution à l'étude génétique et biométrique de variétés d'*Elaeis guineensis* Jacq. Gembloux : Publications de l'institut national pour l'étude agronomique du Colgo Belge. *Série Scientifique*, 27: 101.
- Bérnard, G.; Noiret, J.M. 1970. Le pollen de palmier à huile. Récolte, préparation, conditionnement et utilisation pour la fécondation artificielle. *Oléagineux*, 25(2): 67-73.
- Cedillo, D.S.O. 2003. *Análises biométricas aplicadas ao melhoramento do dendê (Elaeis guineensis, Jacq.)*. Master's thesis Universidade Federal de Viçosa, Viçosa, Minas Gerais. 87pp.

- Cruz, C.D.; Regazzi, A.J. 1997. Modelos biométricos aplicados ao melhoramento genético. 2. ed. Viçosa: UFV. 390pp.
- Cruz, C.D. 2006. Programa Genes: versão Windows – Aplicativo computacional em genética e estatística. Viçosa (MG): UFV. 42pp.
- Dafni, A. 1992. Pollination ecology: a practical approach (The practical approach series). New York, Oxford: University press. 250pp.
- Dransfield, J.; Uhl, N.W.; Asmussen, C.B.; Baker, W.J.; Harley, M.M.; Lewis, C.E. 2005. *In press*: An outline of a new phylogenetic classification of the palm family, Arecaceae. Kew Bulletin. TSO Publication, Norwich, Uk.
- Degenhardt, J.; Ducroquet, J.P.; Reis, M.S.D.; Guerra, M.P.; Nodari, R.O. 2002. Efeito de anos e determinação do coeficiente de repetibilidade de características de frutos de goiabeira-serrana. *Pesquisa Agropecuária Brasileira, Brasília*, 37(9): 1285-1293.
- De Franqueville, H. 2003. Review paper oil palm rot in Latin American. *Experimental Agriculture*, 39: 225-240.
- Falconer, D.S. 1989. Introduction to quantitative genetics. London: Longman. 438pp.
- Farias Neto, J.T.; Yokomizo, G.; Bianchetti, A. 2002. Coeficientes de repetibilidade genética de caracteres em pupunheira. *Revista Brasileira de Fruticultura, Jaboticabal*, 24(3): 731-733.
- Farias Neto, J.T.; Lins, P.M.P.; Müller, A.A. 2003. Estimativas dos coeficientes de repetibilidade para produção de frutos de albúmen sólido em coqueiro híbrido. *Pesquisa Agropecuária Brasileira, Brasília*, 38(10): 1237-1241.
- FEDEPALMA. 2006. Oil palm production area in the world. Disponível em: <http://www.fedelpalma.org/statistics.shtm>. Acesso em: 29 nov. 2007.
- Flanklin, F.H.C.; Lawrence, M.J.; Flanklin-Tong, V.E. 1995. Cell and molecular biology of self-incompatibility in flowering plants. *International Review of Cytology*, 158: 1-62.

- Hansche, P.E. 1983. Response to selection. *In.*: Moore, J.N.; Janick, J. (Eds.). Methods in fruit breeding. West Lafayette, Indiana: Purdue University Press. p. 154-171.
- Hardon, J.J.; Tan, G.Y. 1969. Interspecific hybrids in the genus *Elaeis*. I. Crossability, cytogenetics and fertility of F<sub>1</sub> hybrids of *Elaeis guineensis* X *E. oleifera*. *Euphytica*, 18: 372-379.
- Hardon, J.J. 1969. Interspecific hybrids in the genus *Elaeis*. II. Vegetative growth and yield of F<sub>1</sub> hybrids of *Elaeis guineensis* x *E. oleifera*. *Euphytica*, 18: 380-388.
- Hardon, J.J. 1976. Oil palm. *In*: Evolution of the crop plants. Simmonnds, N.W. (Ed.). England: Longman Scientific: Technical; Harlow. p. 225-229.
- Hartley, H.O. 1950. The use of range in analysis of variance. *Biometrika*, 37: 271-280.
- Hartley, C.W.S. 1977. The oil palm. 2<sup>a</sup> Longman. London. p. 69-74.
- Hartley, C.W.S. 1988. The oil palm. 3a ed. Le palmier à huile. *In*: Tropical agriculture. Serries (GBR). Essex (GBR): Longman. 761pp.
- Institut de Recherches pour les Huiles et les Oléagineux - IRHO. 1983. Instructions generales de fecondations artificielles et preparation des graines. Palmier à huilés. IRHO, Paris 68pp.
- Jacquemard, J-C.; Baudouin, L.; Berthaud, A.; De Franqueville, H.; Graille, J.; Huguenot, R.; Mariau, D.; Noel, J.M.; Quences, P.; Tailliez, B. 1995. Le Technicien d'Agriculture Tropicale. Programme Palmier du CIRAD-CP. Paris. 200pp.
- Kears, C.A.; Inouye, D. 1993. Techniques for pollinations boilogsists. Niwot, Colorado: University press of Colorado. 579pp.
- Kendall, M.G. 1975. Multivariate analysis. New York: MacMillan. 210pp.

- Le Guen, V.; Amblard, P.; Omoro, A.; Koutou, A.; Meunier, J. 1991. Le programme hybride interespecifique *Elaeis oleifera* x *E. guineensis* de l'IRHO. *Oléagineux*, 46: 479-487.
- Lerner, I.M. 1997. The genetics basis of selection. New York: John Wiley and Sons. 298pp.
- Lorenzi, H.; Souza, H.M.; Medeiros-Costa, J.T.; Cerqueira, L.S.C.; Behr, N.V. 1996. Palmeiras no Brasil: exóticas e nativas. Nova Odessa: Editora Plantarum. 303pp.
- Lush, J.L. 1964. Melhoramento dos animais domésticos. Rio de Janeiro, RJ: Sedagra. 570pp.
- Mansour, H.; Nordheim, E.V.; Rutledge, J.J. 1981. Estimators of repeatability. *Theoretical and Applied Genetics, New York*, 60: 151-156.
- Marcellán, O.N.; Camadro, E.L. 1996. The viability of asparagus pollen after storage at low temperatures. *Scientia Horticulturae*, 67: 101-104.
- McFarlene, N.; Swetman, T.; Cornelius, J.A. 1975. Analysis of mesocarp and kernel oils from the American oil palm an F<sub>1</sub> hybrids with the west African oil palm. *Journal of the Science of Food and Agriculture*, 26: 1293-1298.
- Meunier, J.; Boutin, D. 1975. L'*Elaeis melanococca* et l'hybride *Elaeis melanococca* x *E. guineensis*. *Oléagineux*, 30(1): 5-8.
- Meunier, J. 1975. Le palmier de huile american, *Elaeis melanococca*. *Oléagineux*, 30: 51-62.
- Meunier J.; Hardon, J.J. 1976. Interspecific hybrids between *Elaeis guineensis* an *Elaeis oleifera*. In: Corley, R.H.V.; Hardon, J.J.; Wood, B.J. Oil palm research. Elsevier Scientific Publishing Company. 532pp.
- Meunier, J.; Vallejo, G., Boutin, D. 1976. L'hybride *E. melanococca* x *E. guineensis* et son amelioration. *Oléagineux*, 31(12): 519-528.
- Miranda, I.P.; Rabelo, A.; Bueno, C.R.; Barbosa, E.M.; Ribeiro, M.N. 2001. Frutos de palmeiras da Amazônia. MCT-INPA. Manaus. p. 65-68.



- Miranda, I.P.; Guillaumet, J.L.; Barboza, E.; Rodrigues, M.; Silva, M. 2003. Ecosistemas florestais em áreas manejadas na Amazônia. MCT/INPA-PPG. Manaus. 305pp.
- Oil World annual, 2005. Hamburg: ISTA Mielke.
- Oliveira, M. do S.P. de; Fernandes, G.L. da C. 2001. Repetibilidade de caracteres do cacho de açaizeiro nas condições de Belém, PA. *Revista Brasileira de Fruticultura, Jaboticabal*, 23(3): 613-616.
- Ooi, S. C; Silva, E. B.; Muller, A. A.; Nascimento, J. C. 1981. Oil palm genetic resources native *Elaeis oleifera* populations in Brazil offer promising sources. *Pesquisa Agropecuária Brasileira, Brasília*, 16(3): 385-95.
- Pandolfo, C., 1981. A cultura do dendê na Amazônia. Belém. SUDAM. 35pp.
- Rajanaidu, N.; Arasu, N.T.; Obasola, C.D. 1979. Collection of oil palm (*Elaeis guineensis* Jacq.). Genetic material in Nigeria. II. Phenotypic variation of natural population. *Separata de: MARDI Research Bulletin*, 7(1): 1-27.
- Rajanaidu, N. 1983. *Elaeis oleifera* collections in South and Central America. *Plant Genetic Resources Newsletter*, 56: 42-51.
- Rajanaidu, N. 1994. PORIM oil palm genebank – collection, evaluation, utilization and conservation of oil palm genetic resources. Selangor: PORIM. 19pp.
- Reed, W.R. 1979. Live storage of palm pollen. *Principes*, 23(1): 33-35.
- Rognon, F.; Nucé De Lamothe, M. 1978. Récolt et conditionnement du pollen pour La pollinisation dès champs semenciers de cocotiers. *Oleagineux*, 33(1): 17-21.
- Rutledge, J.J. 1974. A scaling which removes bias of Abeywardena's estimator of repeatability. *Journal of Genetics, Sadashivanagar*, 61: 247-250.
- Schwendiman, J.; Pallares, P.; Amblard, P.; Baudouin, L. 1983. Analysis of fertility during bunch development in the interspecific oil palm hybrid *Elaeis melanococca* x *E. guineensis*. *Oleagineux*, 38(7): 418-420.

- Seng, T.K., 1983. *Elaeis oleifera* – American oil palm. *In: The botany of oil palm. The incorporated Society of planters, Kuala Lumpur, Malaysia.* p. 26-30.
- Siqueira, E.R. 1982. Coeficiente de repetibilidade da produção de frutos de coqueiro comum. *Pesquisa Agropecuária Brasileira, Brasília*, 17(4): 573-574.
- Stanley, R.G.; Linskens, H.F. 1974. Pollen biochemistry management. Berlin: Springer Verlag. 307pp.
- Surre, C.; Ziller, R. 1969. La palmera de aceite. Colección Agricultura Tropical. 1ª Edição. Barcelona, España. p. 10-43.
- Tan, G.Y. 1976. Cytology and cytogenetics. *In: De Corley, R.H.V.; Hardon, J.J.; Wood, B.J. Oil Palm Research. Elsevier Scientific Publishing Company.* p 145-153.
- Turner, H.N.; Young, S.S.Y. 1969. Quantitative genetics in sheep breeding. New York: Cornell University. 332pp.
- USDA. 2006. World Agriculture Production. Disponível em: <http://www.fas.usda.gov/wap/circular/2006/06-08/Oils.pdf>. Acesso em: 29 nov 2007.
- Vallejo, R.G.; Cassalet, D.C. 1975. Perspectivas del cultivo de los híbridos interespecíficos de noli (*Elaeis oleifera* (H.B.K.) Cortez) x palma africana de aceite (*Elaeis guineensis* Jacq.) en Colombia. *Revista Instituto Colombiano de Agricultura*, 10(1): 19-35.
- Vasconcellos, M.E.C.; Gonçalves, P.S.; Paiva, J.R.; Valois, A.C.C. 1985. Métodos de estimação do coeficiente de repetibilidade no melhoramento da seringueira. *Pesquisa Agropecuária Brasileira, Brasília*, 20(4): 433-437.
- Venkovsky, R. 1973. Princípios de genética quantitativa. Piracicaba, SP. ESALQ. 97pp.

Veiga, A.S.; Furlan Júnior, J.; Kaltner, J.F. 2001. Situação atual e perspectivas futuras da dendeicultura nas principais regiões produtoras: a experiência do Brasil. *In*: Müller, A.A.; Furlan Júnior, J. (Ed.). Agronegocio do dendê: uma alternativa social, econômica e ambiental para o desenvolvimento sustentável da Amazônia: Belém Embrapa Amazônia Oriental. p 41-46.