

FRANCISCO ELIAS RIBEIRO

DIVERGÊNCIA GENÉTICA ENTRE POPULAÇÕES DE  
COQUEIRO GIGANTE (**Cocos nucifera** L.) DO BRASIL

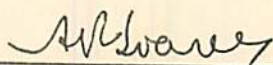
Dissertação apresentada à Escola Superior de Agricultura de Lavras como parte das exigências do Curso de Pós-Graduação em Agronomia, área de concentração Genética e Melhoramento de Plantas, para obtenção do grau de "MESTRE".



ESCOLA SUPERIOR DE AGRICULTURA DE LAVRAS  
LAVRAS - MINAS GERAIS  
1993

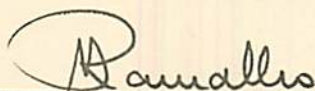
DIVERGENCIA GENETICA ENTRE POPULAÇÕES DE COQUEIRO GIGANTE  
(*Cocus nucifera* L.) DO BRASIL

APROVADA: 30 de julho de 1993



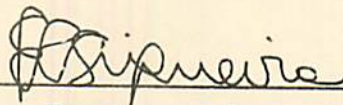
---

Antônio Resende Soares  
Professor DEF/ESAL



---

Magno Antônio Patto Ramalho  
Professor DBI/ESAL



---

Edmar Ramos de Siqueira  
Pesquisador do CPATC/EMBRAPA

À mulher que me foi destinada  
e que está em algum lugar me  
esperando, embora, talvez, eu  
ainda nem a conheça,

#### OFEREÇO

Aos meus pais, Elias e Elvira; aos  
meus irmãos, Mazé, Marília,  
Deusimar, Zezinho, Benevaldo e  
Guiomar e aos meus amigos,

#### DEDICO



## BIOGRAFIA

Francisco Elias Ribeiro, filho de Elias Helvídio Ribeiro e Elvira Joaquina da Costa, nasceu em Pio IX, Estado do Piauí, aos 25 de setembro de 1959.

Em julho de 1984, graduou-se em Engenharia Agrônoma, pela Universidade Federal do Piauí, Teresina - PI. De fevereiro de 1985 a janeiro de 1986 estagiou no PIEP VI, na Unidade de Execução de Pesquisa de Âmbito Estadual - UEPAE de Teresina, onde permaneceu prestando serviço até julho de 1987. Em agosto de 1987, foi contratado como pesquisador, pela EMBRAPA, no Centro Nacional de Pesquisa de Coco (CNPCo) - Aracaju, hoje Centro de Pesquisa Agropecuária dos Tabuleiros Costeiros (CPATC).

Em março de 1991, iniciou o curso de Mestrado em Agronomia, área de concentração Genética e Melhoramento de Plantas, na Escola Superior de Agricultura de Lavras - ESAL, em Minas Gerais, concluindo-o em julho de 1993.



## AGRADECIMENTOS

À Deus, por tudo.

Ao Centro de Pesquisa Agropecuária dos Tabuleiros Costeiros/EMBRAPA, pela oportunidade e apoio.

À Escola Superior de Agricultura de Lavras - ESAL, pela oportunidade concedida.

Ao professor Antônio Resende Soares, pela orientação, ensinamento e amizade.

Ao professor Magno Antônio Patto Ramalho, pelo ensinamento, incentivo, pelas sugestões e valiosas contribuições.

Aos Engenheiros Agrônomos Luiz Gonzaga e Lélío pelo apoio.

Aos proprietários e/ou gerentes das propriedades onde foram coletados os materiais, pelo apoio fornecido durante o processo de coleta dos mesmos.

Aos professores do curso, César Augusto Brasil Pinto, João Bosco dos Santos e Lisette Chamma Davide, pela amizade e ensinamentos.

Ao pesquisador e companheiro, Edmar Ramos de Siqueira, pela amizade e sugestões.

Aos funcionários do Centro de Pesquisa Agropecuária dos Tabuleiros Costeiros/EMBRAPA, pelo auxílio e apoio na coleta e avaliação do material experimental.

Aos funcionários do Departamento de Biologia/ESAL, pela colaboração.

Aos colegas Daniel e Elaine, pelo apoio nas análises estatísticas e computacionais.

Aos colegas do curso de Genética e Melhoramento de Plantas, Andréa, Fernando, Nair, Éder, Joaquim, Camilo, Wálter, Daniel, Marcelo Tavares, Dehon, Bruno, Marcelo Nascimento, Eduardo, Guilherme, Luciana, Gisele, Paulão, Farias, Erich, Rebeca, Leonardo, Paulo, Zé Sérgio, João, Vilma, Isabel e em especial à Elaine, Rosa, Valéria, Beni, Cláudio, Otoniel e Sérgio Otubo, pelo convívio, amizade e companheirismo.

Ao Renato pela impressão, paciência e amizade.

À cidade de Lavras pela acolhida e momentos aqui vividos.



## SUMARIO

	<i>Página</i>
1-INTRODUÇÃO.....	01
2-REFERENCIAL TEÓRICO.....	05
2.1-Origem, evolução e disseminação do coqueiro.....	05
2.2-Introdução do coqueiro no Brasil.....	07
2.3-Characterização das populações a serem estudadas...	08
2.4-Sistema reprodutivo.....	08
2.4.1-As inflorescências.....	08
2.4.1.1-Desenvolvimento da inflorescência...	10
2.4.1.2-Número de flores femininas.....	10
2.4.1.3-Fecundação.....	11
2.4.1.4-Desenvolvimento dos cachos frutífe- ros.....	15



2.4.2-0 fruto.....	16
2.4.2.1-Desenvolvimento do fruto.....	19
2.5-Melhoramento genético do coqueiro.....	20
2.6-Divergência genética.....	24
2.6.1-Análise da variância multivariada.....	26
2.6.2-Variáveis canônicas.....	27
2.6.3-Análise de agrupamento.....	27
2.7-Correlações entre caracteres.....	28
3-MATERIAL E MÉTODOS.....	30
3.1-Material experimental e localização das popula- ções.....	30
3.2-Coleta de material.....	32
3.3-Análise carpológica.....	32
3.4-Avaliação da variabilidade genética.....	35
3.4.1-Análise da variância univariada.....	35
3.4.2-Análise da variância multivariada.....	36
3.4.3-Variáveis canônicas e descarte de variá- veis.....	38
i.Variáveis canônicas.....	38
ii.Descarte de variáveis.....	40
3.4.4-Análise de agrupamento.....	41
i.Medidas de dissimilaridade.....	41
3.4.5-Correlações fenotípicas entre os carac- teres avaliados.....	42

4-RESULTADOS E DISCUSSÃO.....	43
4.1-Análise de variância univariada.....	43
4.2-Análise carpológica.....	46
4.2.1-Forma de fruto.....	46
4.2.2-Composição de fruto.....	47
4.3-Correlações fenotípicas.....	53
4.4-Análises multivariadas.....	57
5-CONCLUSÕES.....	70
6-RESUMO.....	71
7-SUMMARY.....	73
8-REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS.....	75



## LISTA DE TABELAS

Tabela	Página
1. Resumo das análises de variância dos 19 caracteres obtidos na avaliação das cinco populações de Coqueiro Gigante do Brasil. Aracaju, Sergipe, 1992/93.....	45
2. Diâmetro polar (DP) e Equatorial (DE) em cm, e Índice polar/equatorial (I) de cinco populações de Coqueiro Gigante do Brasil. Aracaju, Sergipe, 1992/93.....	47



3.	Caracteres de frutos de cinco populações de Coqueiro Gigante do Brasil, Aracaju-Sergipe, 1992/93.....	49
4.	Componentes de fruto em percentagem de cinco populações de Coqueiro Gigante do Brasil. Aracaju-Sergipe, 1992/93.....	52
5.	Estimativas dos coeficientes de correlações fenotípicas entre dezenove caracteres avaliados em cinco populações de Coqueiro Gigante do Brasil, Aracaju, Sergipe, 1992/93.....	56
6.	Variância, variância percentual e variância acumulada das variáveis canônicas obtidas a partir dos dezenove caracteres mensurados em cinco populações de Coqueiro Gigante do Brasil. Aracaju, Sergipe, 1992/93.....	58
7.	Coeficiente de correlação entre os caracteres e as três variáveis canônicas principais, ou seja, aquelas que explicam mais de 95% da variação total acumulada.....	59

8.	Variância, variância percentual e variância acumulada das variáveis canônicas obtidas a partir dos quatro caracteres selecionados. Aracaju, Sergipe, 1992/93.....	61
9.	Coeficiente de correlação entre os caracteres e as três variáveis canônicas principais, ou seja, aquelas que explicam mais de 95% da variância total acumulada, com base nos quatro caracteres selecionados.....	62
10.	Autovetores das três variáveis canônicas principais, ou seja, aquelas que explicam mais de 95% da variação total acumulada, com base nos quatro caracteres selecionados.....	63



## LISTA DE FIGURAS

Figura		Página
1.	Corte longitudinal de um fruto maduro. (Adaptado de FREMOND et alii, 1966).....	18
2.	Mapa da região Nordeste do Brasil e a identificação dos locais onde foram coletados os dados das populações: 1.Pacatuba; 2.Praia do Forte; 3.Merepe; 4.Santa Rita e 5.São José do Mipibu.....	31
3.	Esquema longitudinal de uma noz do coco e as respectivas regiões de amostragem do albúmen. (Adaptado de WUIDART & ROGNON, 1978).....	34



4	Dendrograma representativo da divergência genética entre cinco populações de coqueiro Gigante do Brasil, obtido pelo método do vizinho mais próximo, a partir da distância de Mahalanobis, Aracaju, Sergipe.....	64
5	Dispersão gráfica dos escores em relação às duas primeiras variáveis canônicas mais importantes, para as cinco populações de coqueiro Gigante do Brasil, Aracaju, Sergipe.....	66

## 1-INTRODUÇÃO

O coqueiro é a palmeira mais amplamente distribuída e extensivamente utilizada e é uma das mais importantes espécies tropicais utilizadas pelo homem, pois dele pode se obter bebidas, alimentos "in natura", fibras, combustível, ração animal, matéria-prima para produção de cosméticos, medicamentos, plásticos, álcool, óleos e muitos outros produtos.

O coqueiro é constituído de uma só espécie (*Cocos nucifera* L.) e de dois grupos principais, o Gigante e o Anão. O Anão por sua vez subdivide-se em três: verde, amarelo e vermelho, sendo que o vermelho compreende dois ecotipos: o da Malásia e o de Camarões. O grupo Gigante é alógamo e sua fase reprodutiva se inicia entre 5 a 7 anos. O Anão é autógamo e mais precoce, iniciando a frutificação a partir do 2<sup>o</sup> ano. O



coqueiro é uma planta monóica e monóclina.

O tipo Gigante foi introduzido no Brasil em 1553, proveniente da Ilha de Cabo Verde, enquanto que o Anão Verde, em 1925 de Java, e em 1939 do norte da Malásia; Anão Amarelo em 1938 e o Anão Vermelho em 1939, ambos do Norte da Malásia (DIAS, 1980).

No Brasil estima-se atualmente a existência de uma área plantada de 350.000 hectares com uma produção bruta de 579 milhões de frutos, distribuída desde o Equador até o Trópico de Capricórnio, (EMBRAPA, 1987). Onde ocupa, sobretudo, terras arenosas, sem aptidão agrícola para outras culturas, situadas ao longo da faixa litorânea, que se estende do Pará ao Rio de Janeiro (ASCENSO, 1977). Todavia 95% destes coqueiros estão localizados no Nordeste, estendendo-se do Norte do Ceará ao Sul da Bahia, entre os paralelos 3° e 18°S. Os maiores produtores são os estados da Bahia, Ceará, Sergipe, Alagoas e Rio Grande do Norte, responsáveis por 81% da produção nacional (EMBRAPA, 1987).

Nos outros países, uma das principais preocupações da pesquisa em melhoramento genético do coqueiro tem sido o aumento da quantidade de copra, ou seja, albúmen desidratado à 6% de umidade. Como, no Brasil, praticamente toda a produção é utilizada na alimentação humana, o número de frutos e as características organolépticas são também importantes. Orientados nas exigências edafoclimáticas e de mercado da



cultura, o programa de melhoramento genético do coqueiro no Brasil está sendo conduzido com base nos métodos de seleção massal, e obtenção e teste de híbridos (SIQUEIRA, 1988b).

No Nordeste, onde se encontra a maior parte dos coqueirais brasileiros há algumas populações de Coqueiro Gigante implantados há mais de sessenta anos e que não se conhece praticamente nada sobre a sua variabilidade genética e, também, se essas populações são iguais ou diferentes. A obtenção dessas informações é fundamental para a continuidade do programa de melhoramento, pois essas populações podem se constituir em uma excelente fonte de germoplasma adaptado.

Na avaliação da variabilidade e de divergência genética existem algumas metodologias. As mais modernas envolvem o uso de marcadores moleculares. Os primeiros marcadores moleculares foram as isoenzimas, as quais têm a vantagem de fornecer respostas rápidas e baratas, porém de uso limitado devido ao pequeno número de locos cromossômicos disponíveis para a análise (BRONDANI, 1993). Posteriormente surgiram os marcadores de DNA. O RFLP (Restriction Fragment Length Polymorphism), ou fragmentos polimórficos de restrição é obtido através de diferenças no peso molecular dos fragmentos do DNA genômico digeridos por enzimas de restrição (MALUF, 1990 e BRONDANI, 1993). Outras técnicas são o PCR (Polymerase Chain Reaction), ou polimerização de segmentos da cadeia de DNA (MIKLAS & KELLY, 1992). E o RAPD (Random Amplified Polymorphic

DNA), ou polimorfismo de fragmentos aleatórios de DNA, que são detectados pela amplificação diferencial de fragmentos de DNA (SKROCH et alii, 1992 e SANTOS et alii, 1993). Contudo, ainda não se tem conhecimento do uso desses marcadores moleculares na cultura do coqueiro.

Com as facilidades computacionais existentes atualmente, uma outra metodologia que tem sido utilizada é a análise multivariada. Entre as técnicas multivariadas disponíveis as variáveis canônicas e a análise de agrupamento a partir das distâncias de Mahalanobis ( $D^2$ ) têm sido as mais usadas na avaliação de divergência genética em várias espécies cultivadas (OLIVEIRA, 1989; CRUZ, 1990; RESENDE, 1991 e FERREIRA, 1993).

Com o objetivo de verificar se as populações de Coqueiro Gigante do Nordeste pertencem ao mesmo conjunto gênico foi realizado o presente trabalho com a utilização de técnicas de análise multivariada.



## 2-REFERENCIAL TEÓRICO

### *2 1-Origem, evolução e disseminação do coqueiro*

Antes de 1901, havia fortes argumentos em favor da origem do coqueiro no oeste Americano. Porém CANDOLLE (1901) com mais informações e grande experiência em questões similares inclinou para a idéia da origem no arquipélago Indiano. A dispersão se deu por correntes oceânicas a vários grupos de ilhas da região, pois quando da sua descoberta essas ilhas eram inabitadas. Os múltiplos usos e popularidade universal do coqueiro nas praias do oceano Índico e na região da Malásia geralmente têm sido interpretado por CANDOLLE (1901) como uma indicação da origem no velho mundo.

WALLACE (1901) fez estudos detalhados sobre palmeiras



da América do Sul, e embora ciente que muitas espécies são nativas desta região, aceita a origem Asiática ou Polinesiana do coqueiro. Já outros autores têm argumentado em favor da origem sulamericana. FREMOND et alii, (1966) sumarizou a principal razão para considerar o sudeste Asiático como a origem mais provável e WHITEHEAD (1976) afirma que a variabilidade e o número de nomes e usos locais são maiores nessa região do que nos outros lugares. MENON & PANDALAI (1958) indicaram em suas coleções que 90% dos insetos específicos do coqueiro foram encontrados na Melanésia, 20% na América e somente 4% na África.

Há evidências que apontam que a domesticação do coqueiro se deu nas regiões entre o Oceano Pacífico e Índico, no sudeste Asiático (PURSEGLOVE, 1968). Ainda PURSEGLOVE (1972) relata que o sudeste Asiático é tido como a mais provável região de origem do coqueiro, principalmente as ilhas entre os oceanos Índico e Pacífico. Desta região o coqueiro foi levado para a Índia e daí para o leste Africano. Após o descobrimento do Cabo da Boa Esperança foi levado para o oeste Africano, e desta região para as Américas e toda a região tropical do globo.

A evolução, disseminação e classificação do coqueiro são consideradas evolutivamente como segue. Primeiro veio a evolução natural e a disseminação por flutuação da variedade com fruto grande, longo, angular, com mesocarpo grosso e germinação lenta. A seleção em cultivo deste tipo produziu uma variedade com frutos redondos, mas com endosperma aumentado, mesocarpo



diminuído, germinação precoce e apresentava resistência à certas doenças. Ainda não adequado para a disseminação por flutuação, foi transportado em barcos por longas distâncias, inicialmente para as Costas Sul da Índia e Sri Lanka à oeste e até as ilhas Samoa à leste. Mais tarde, por meio da hibridação e introgressão de formas contrastantes e, com seleção e disseminação pelo homem, surgiu grande número de variedades e distribuição Pan-Tropical. Tem sido descrito um sistema de classificação no qual as variedades são identificadas por um grau de introgressão estabelecido pela análise de componentes de fruto. Este em sua ordem permite uma sugestão sobre a situação controvertida da origem do *Cocos nucifera* L. (HARRIES, 1978).

## 2 2-Introdução do coqueiro no Brasil

O coqueiro Gigante foi introduzido no Brasil pelos portugueses em 1553, e o Anão em 1925 (GOMES, 1944 e DIAS, 1980). O coqueiro Gigante proveniente da Ilha de Cabo Verde, enquanto os Anões foram introduzidos da seguinte forma: Anão-Verde, em 1925 de Java, e em 1939 do norte da Malásia; Anão-Amarelo em 1938 e Anão-Vermelho em 1939, ambos do norte da Malásia e Anão-Vermelho de Camarões em 1978, da Costa do Marfim, pela Comissão Executiva da Lavoura Cacaueira (CEPLAC), através do Instituto de Pesquisa de Óleos e Oleaginosas (IRHO), DIAS

(1980).

### *2 3-Characterização das populações a serem estudadas*

Para o plantio e utilização em programas de melhoramento do coqueiro Gigante, recomenda-se que as sementes sejam coletadas em populações legítimas e homogêneas, ou seja, idade em torno de 60 anos e isolamento de pelo menos 500 metros de outros plantios, principalmente de Anões. Desta forma elimina-se o risco de coletar sementes de híbridos naturais, com a conseqüente e indesejável segregação gênica, uma vez que as introduções de Anões ocorreram a partir de 1925 (SIQUEIRA, 1988b).

### *2 4-Sistema reprodutivo*

#### *2 4 1 As inflorescências*

De acordo com FREMOND et alii, (1966) o coqueiro é uma planta monóica isto é, com órgãos sexuais em flores distintas porém sobre o mesmo indivíduo. Não obstante flores masculinas e femininas em uma mesma inflorescência. Cada folha tem em sua axila um esboço floral que se converterá ou não em inflorescência frutífera segundo as condições de nutrição e clima.



Justamente antes de sua floração, a inflorescência se apresenta na base forma de uma bráctea oblonga, ou espata, que encerra a espádice e as flores. Mede aproximadamente 1,20 metros de comprimento e 15 a 16 cm de diâmetro em sua parte mais larga. Em uma plantação, quanto mais grossas e inchadas forem as espatas, maior a probabilidade de dar uma grande produção de frutos. A espata tem ranhuras longitudinais e é por uma delas por onde se abrirá. Esta grande espata se chama a princípio interna, pois em sua base se encontra uma espata externa de dimensões menores. Cada ramo da espádice é uma raquila, que leva em sua base uma ou várias flores femininas e numerosas flores masculinas em cima. A disposição das peças florais tanto nas flores masculinas como nas femininas, se apresenta de acordo com a organização ternária das monocotiledôneas:

Flores masculinas: aproximadamente 8 mm de comprimento, 3 sépalas, 3 pétalas e 6 estames em dois verticilos. Flores femininas: são maiores, globulosas, rodeadas de brácteas - aproximadamente 25 mm de diâmetro - 3 sépalas redondas côncavas e imbricadas - 3 pétalas parecidas porém menores - estilo curto com 3 estigmas - 3 óvulos, porém normalmente só um é fértil. Cada flor feminina está acompanhada geralmente por duas pequenas flores masculinas férteis, chamadas flores masculinas acompanhantes ou axilares (FREMOND et alii, 1966).



#### 2 4.1.1-Desenvolvimento da inflorescência

Em condições normais, cada folha produzirá uma inflorescência. Em média cada coqueiro produz 12 folhas por ano, porém o ritmo de emissão varia de 11 a 15. O primórdio floral se forma pouco tempo depois da folha; ao cabo de 2 anos, a inflorescência ainda não é mais que um modesto órgão de alguns centímetros de comprimento. Uma vez terminada a fase de alongação rápida da folha, a inflorescência por sua vez começa o seu crescimento, porém de uma maneira menos espetacular do que a folha. As flores masculinas têm uma vida mais curta que as femininas posto que se diferenciam um mês depois e se abrem um mês antes. Transcorre ao redor de um ano entre a diferenciação das flores femininas e a abertura da espata, e um ano também entre esta e a maturação dos frutos (FREMOND et alii, 1966).

#### 2 4.1.2-Número de flores femininas

Entre os fatores da produção, o número de flores femininas por inflorescência é, a princípio, um dos mais importantes. Dentro de uma variedade existem diferenças importantes: os Coqueiros Gigantes do Ceilão produzem menos flores que os coqueiros da Costa Ocidental da África, apenas para exemplificar. Enfim, mantendo sempre o controle genético, uma mesma variedade cobre uma grande gama de variações. Os bons



produtores de uma população correspondem não somente às plantas com o maior número de inflorescências por ano, mas também com o maior número de flores femininas por inflorescência (FREMOND et alii, 1966).

As boas condições nutricionais podem aumentar o número de flores femininas por inflorescência. A influência das condições climáticas pode propiciar para mesmas plantas médias mensais de flores femininas por espádice que vão de 16,5 a 32,2. A diferenciação das flores femininas ocorre de 11 a 12 meses antes da abertura da espata e o pequeno número de flores pode ser relacionado às condições desfavoráveis de umidade, durante os meses em que ocorre a diferenciação (FREMOND et alii, 1966).

#### 2.4.1.3-Fecundação

Esta parte da biologia floral tem sido estudada por numerosos autores, a princípio de uma maneira descritiva, porém em seguida com a finalidade de encontrar métodos de seleção adaptados às particularidades observadas.

O estudo da biologia floral do coqueiro revela a existência de variabilidade no modo de reprodução (ROGNON, 1976; SANGARE et alii, 1978). A fase masculina começa com a abertura da inflorescência e termina com a queda da última flor masculina; a fase feminina dura desde a entrada em receptividade da primeira flor até a necrose dos últimos estigmas. O estudo da



simultaneidade entre as duas fases permite a constituição de quatro grupos de comportamento:

*Grupo 1* Fase feminina curta, sem simultaneidade com a fase masculina da mesma inflorescência, nem com a inflorescência seguinte, é a alogamia completa.

*Grupo 2* Fase feminina curta, sem simultaneidade com a fase masculina da mesma inflorescência, mas com uma simultaneidade importante ou total com a fase masculina da inflorescência seguinte, é a autogamia indireta.

*Grupo 3.* Fase feminina longa, completamente simultânea com a fase masculina da mesma inflorescência, com ou sem simultaneidade com a fase masculina da inflorescência seguinte, é a autogamia direta.

*Grupo 4.* Fase feminina curta com simultaneidade com a fase masculina da mesma inflorescência e do mesmo jeito com a fase masculina da inflorescência seguinte, é a autogamia semi-direta, podendo-se observar uma simultaneidade das duas fases masculinas com uma parte da fase feminina.

A simultaneidade com a fase masculina da inflorescência seguinte depende fortemente do número anual de inflorescências emitidas, o que é influenciado pelas condições do meio. No caso da variedade Gigante ocorrem apenas os grupos 1 e 2.

O comportamento sexual do coqueiro varia sensivelmente segundo as variedades; as variações se referem principalmente à



duração da fase feminina, contada a partir do tempo de receptividade dos estigmas, e sua concomitância com a fase masculina, ou seja, tempo de emissão do pólen, esta última é mais constante.

Liyanage citado por FREMOND et alii (1966) encontrou para as diversas variedades de coqueiro gigante, anão e aurantiaca existentes no Ceilão, tempos compreendidos entre 18 e 20 dias (ao passo que as fases femininas duravam de 6 a 15 dias). Já Patel, citado por FREMOND et alii (1966), encontrou na Índia maiores intervalos, porém com uma variação estacional que se alia à variação genética já que a floração é mais rápida durante os meses quentes e secos. A floração masculina inicia-se a partir da abertura da espata; em geral as espículas superiores florescem primeiro e o mesmo ocorre com as flores da metade superior de cada espícula que floresce antes da metade inferior. A flor feminina só permanece um dia na inflorescência, abrindo pela manhã e caindo à tarde. A fase feminina se manifesta pela separação dos estigmas, que se encontram viscosos ao passo que se efetua a secreção do néctar. O primeiro sinal do fim de sua receptividade é a mudança de cor dos estigmas que ficam de cor castanho amarronzada ao mesmo tempo que cessa a secreção. O período de receptividade da flor feminina varia de 1 a 4 dias (FREMOND et alii, 1966).

Na variedade Gigante, a fase feminina começa ao redor de 3 semanas após a abertura da espata ou seja, de 3 a 6



dias após o fim da fase masculina da mesma inflorescência. Não há, pois, normalmente possibilidade de autofecundação. Se diz que o coqueiro Gigante é uma planta alógama por causa da não coincidência na floração dos elementos masculinas e femininos de uma mesma inflorescência. No entanto, esta não coincidência não é absoluta para uma planta, pois pode haver fecundação entre duas inflorescências sucessivas, isto é, fecundação das flores femininas de uma inflorescência pelas flores masculinas da inflorescência seguinte. Esta possibilidade, varia com as épocas, podendo ser importante durante a estação seca, na qual há um grande número de inflorescências e o intervalo entre abertura de duas inflorescências sucessivas é curto (FREMOND et alii, 1966).

Do ponto de vista da biologia floral, as variedades anãs se comportam diferentemente, a fase feminina inicia ao redor de uma semana após o início da fase masculina e termina quase ao mesmo tempo, posto que dura em torno de 10 dias. A causa desta concomitância, constatada em 90% dos casos, é que a autofecundação constitui a regra no coqueiro anão, ainda que existam diferenças segundo o ecotipo: os anões amarelos são os que têm a percentagem de autofecundação mais elevada. O aborto das inflorescências é um fator influente na produção e tem sido bastante estudado, podendo tomar vários aspectos (FREMOND et alii, 1966):

-Aborto quase total; reduz a espádice a um órgão

rudimentar, não ramificado e estéril;

-Aborto parcial; a espata aparece na axila da folha, porém é delgada e curta; termina às vezes por se abrir, deixando ver uma espádice incompleta e sem flores;

-Aborto limitado às flores femininas; com inflorescências de aspecto quase normal.

O aborto é freqüente nas plantas jovens cujas primeiras inflorescências são a princípio masculinas; depois passa a depender essencialmente das condições de nutrição da planta. O patrimônio genético tem o seu papel, pois às vezes são encontradas plantas praticamente estéreis. As condições climatológicas desfavoráveis ao coqueiro, em particular os períodos de seca, provocam um aumento do índice de aborto (FREMOND et alii, 1966).

#### 2.4.1.4-Desenvolvimento dos cachos frutíferos

A flor feminina, depois da fecundação, se converte em um enorme fruto e, um ano mais tarde, a inflorescência será um cacho de cocos maduros. No entanto, nem todas as flores dão um fruto, já que uma percentagem bastante variável cai pouco tempo depois da fecundação; o máximo de queda se situa nas 6 primeiras semanas. Por exemplo, na Costa do Marfim, indivíduos plantados em 1954 produziram durante o período de junho de 1961 a junho de



1962: 136 flores por planta. Durante o ano de 1962/1963 produziram 54 frutos por planta, ou seja em torno de 5 flores para dois frutos. Tratava-se de plantas que recebiam adubo potássico regular. Plantas carentes que tinham muito menos flores, tiveram um índice de formação de frutos relativamente mais elevados, porém o número de frutos produzidos era menor. Em Dahomey, em plantas com uma idade de 30 anos, igualmente adubadas, porém em piores condições ecológicas, produziram no mesmo período, de 6 a 7 flores para dois frutos (FREMOND et alii, 1966).

Apesar das causas de queda de flores femininas poderem ser múltiplas (ausência de polinização, causas patológicas, potencial natural da planta, efeito estacional e condições de cultivo dentre outras), ocorre principalmente durante o mês que segue à floração, chegando a 70% do total, segundo PATEL (1938).

#### 2.4.2-O fruto

Segundo FREMOND et alii (1966) o fruto do coqueiro é uma drupa monosperma, isto é, que encerra um só caroço rodeado de um endocarpo e de um mesocarpo fibroso. A cor, a forma e a espessura do fruto variam com as variedades. No coqueiro Gigante, o fruto maduro pesa ao redor de 1 a 1,5 quilo; de forma ovóide, ligeiramente anguloso, e seu volume médio é de 4 a 5 litros. Um corte longitudinal de um fruto maduro (Figura 1)

mostra do exterior ao interior:

-epiderme lisa e cerosa;

-mesocarpo fibroso e castanho;

-endocarpo lenhoso e muito duro;

-albúmen;

-embrião;

-cavidade central onde se encontra a água.

O embrião se encontra na parte distal do fruto do lado de seu ponto de união com o cacho.



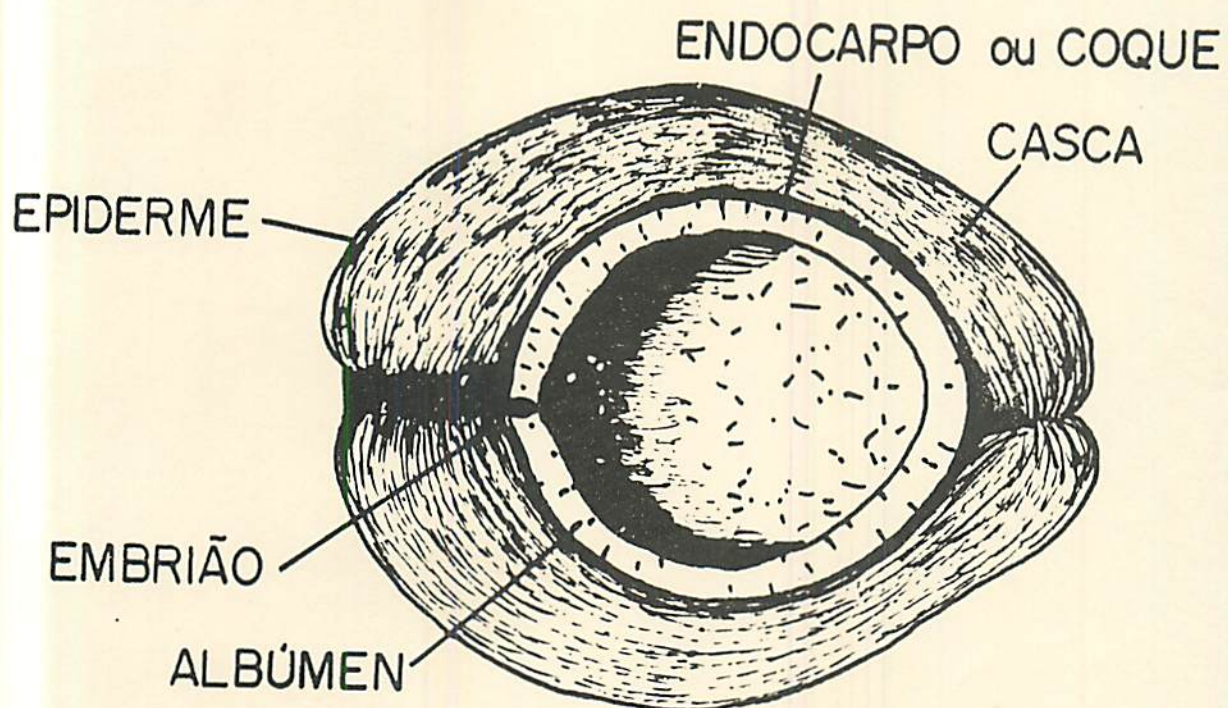


Figura 1: Corte longitudinal de um fruto maduro. (Adaptado de FREMOND et alii, 1966).

## 2.4.2 1-Desenvolvimento do fruto

De acordo com FREMOND et alii (1966) em uma primeira fase, chamada fase líquida, após a fecundação ocorre o inchamento do saco embrionário que se converte na cavidade central. Há uma formação de aglomerações pastosas de células que se multiplicam ativamente; ao final desta etapa, por volta do oitavo mês, o aspecto trabecular desaparece para dar lugar a células livres, igualmente muito ativas e que flutuam no leite do coco. O albúmen, a princípio gelatinoso, se solidifica mediante a construção de membranas celulósicas que saem do tegumento seminal. Este depósito começa na região polar oposto ao ponto de união (ou seja oposta ao embrião) e se estende progressivamente à toda a cavidade. O crescimento em volume do fruto termina no momento em que começa a fase organizada do albúmen. Dando um valor de 100 ao albúmen dos frutos maduros de 12 meses, encontra-se:

-aos 8 meses : 32,1% de albúmen formado;

-aos 9 meses : 55,7% de albúmen formado;

-aos 10 meses: 77,7% de albúmen formado;

-aos 11 meses: 94,1% de albúmen formado.

O tecido de envoltura fibrosa, branco a princípio se desidrata e se transforma em castanho amarronzado e mais coreáceo. Esta desidratação e o desaparecimento simultâneo da água do coco são acompanhados por uma perda de peso, tão grande



que um coco que, à idade de 6 a 9 meses, pesava de 3 a 4 quilos, não alcança na maturação mais de 1,5 a 2,0 quilos.

A água do coco se encontra no fruto jovem a uma pressão de 5 atmosferas. Além de substâncias de crescimento que se tem revelado preciosa para os biólogos, ela contém açúcares. Nathanael, citado por FREMOND et alii (1966) demonstrou que inicialmente havia açúcares redutores (glucose e levulose) cuja concentração alcança um máximo de 5% no momento em que a água chega à totalidade. Com a maturação do fruto a concentração de açúcar diminui regularmente até 2%, porém aparecem açúcares não redutores que intervêm por igual no total. A água do fruto tem pois um papel importante na maturação do fruto.

#### *2.5-Melhoramento genético do coqueiro*

Os objetivos do melhoramento genético resultam de um compromisso entre os diversos hábitos alimentares e culturais, do conhecimento da planta e das tecnologias de transformação (BOURDEIX, 1989), e reveste-se de diferentes formas, de acordo com as condições ecológicas. A diversidade das situações ecológicas encontradas devem ser consideradas e o melhorista dará ênfase àquelas que em determinado local, ou momento, são limitantes da produção, tais como: insuficiência hídrica, baixas temperaturas, doenças e pragas (GASCON & NUCE de LAMOTHE, 1976).

Uma das principais preocupações da pesquisa em





melhoramento nos outros países tem sido o aumento da quantidade de copra. Como no Brasil praticamente toda a produção é utilizada na alimentação humana, na forma de água e "in natura" (leite de coco, coco ralado, creme de coco, flocos e outros), não há grandes exigências quanto ao tamanho do fruto. Assim sendo para as condições de consumo de coco no Brasil, o caráter número de frutos e características organolépticas são também importantes (SIQUEIRA & FRANÇA-DANTAS, 1984). Orientado nas exigências edafoclimáticas e do mercado da cultura, o programa de melhoramento genético do coqueiro no Brasil está sendo conduzido utilizando principalmente a seleção massal e também a obtenção de híbridos (SIQUEIRA, 1988b).

Existem poucos estudos comparativos de variedades de coqueiros e as prospecções, muitas vezes, restringem-se a homologar as distinções mais ou menos válidas, feitas pelos produtores. Nestas condições era difícil relacionar populações de interesse para o melhoramento e suficientemente diferentes umas das outras. Hoje, diversas dificuldades foram sanadas, em grande parte, sob o impulso do I.R.H.O., "Institute Recherches pour les Huiles et Oléagineux" (NUCÉ de LAMOTHE et alii, 1980).

Para identificação prática de coqueiros são utilizados dados de composição de fruto, germinação de sementes, habitat das palmeiras, biologia floral, precocidade e produção. Observações na cor e forma do fruto e incidência de pragas e doenças são também consideradas. A identificação prática de



rápido progresso genético por unidade de tempo são: longo ciclo de vida do coqueiro, pequeno número de sementes produzidas por ano e a ausência de métodos disponíveis de propagação vegetativa, embora já venha sendo testado a nível de laboratório. A prática usual para isolar genótipos desejáveis é através do teste de progênies, o qual leva até 12 anos para uma classificação provisória, pois o coqueiro Gigante não produz frutos antes de 6 a 8 anos após o plantio e, uma produção ótima é atingida em torno de 20 anos de idade. A única característica compensadora de um baixo progresso em um programa de melhoramento é que, desde de que bons genótipos sejam identificados eles podem ser usados por um longo período, pois o coqueiro permanece produtivo por mais de 60 anos (LIYANAGE, 1967).

O estudo da variação em plantas cultivadas é um pré-requisito essencial para a identificação de cultivares superiores com respeito a seus caracteres econômicos. Embora, métodos para estimar a variabilidade genética são disponíveis para culturas anuais, tais procedimentos não têm sido padronizados em culturas perenes como o coqueiro, em vista de dificuldades óbvias (RAVEENDRA et alii, 1987).

O êxito de um programa de melhoramento causa sempre um grande impacto econômico. Os resultados dependem da definição de um método de melhoramento que leve em consideração a biologia da planta, suas características e das populações estudadas. A



elaboração de um esquema preciso de seleção é fundamental, sobretudo quando ele for aplicado a uma planta perene como o coqueiro (GASCON & NUCE DE LAMOTHE, 1976).

### *2.6-Divergência genética*

A divergência genética entre variedades a serem utilizadas como parentais em programas de melhoramento é de fundamental importância para a obtenção de novas variedades e de híbridos superiores. A utilização da heterose, portanto, depende da utilização de materiais que tenham boa complementação e melhor ainda se o desempenho per se dos materiais for levado em consideração, ou seja, estes devem possuir médias altas, para serem mantidos e usados em cruzamentos (FALCONER, 1987).

Inferências a respeito da divergência genética podem ser feitas a partir da heterose ou da capacidade específica de combinação, manifestado numa série de cruzamentos. A divergência genética será tanto maior quanto mais contrastes tiverem os materiais, ou seja, está diretamente relacionado às diferenças nas frequências alélicas. Os modelos utilizados para se estimar a heterose e capacidade específica de combinação possuem o inconveniente de requerer um grande número de cruzamentos o que tornaria oneroso e de difícil realização para a cultura do coqueiro.

Uma outra maneira para a predição da capacidade



específica de combinação ou da heterose é aquela que relaciona as diferenças fisiológicas, morfológicas e agronômicas dos pais com o desempenho dos híbridos. Essas diferenças caracterizam a divergência genética, que é avaliada através das medidas de similaridade ou de dissimilaridades, com base nessas múltiplas características obtidas nas variedades. Uma medida de dissimilaridade bastante utilizada é a distância  $D^2$  de Mahalanobis (FERREIRA, 1993).

MALUF et alii, (1983) encontraram correlação de 0,891 entre heterose para produção, manifestados nos híbridos  $F_1$ 's de tomate, e a distância de Mahalanobis, mostrando que esta técnica pode ser utilizada de modo eficiente para tal propósito.

Outra forma de se estimar a divergência genética é através da associação de técnicas multivariadas, por exemplo, variáveis canônicas e distâncias multivariadas (CRUZ, 1990). Essa associação tem a finalidade básica de reduzir o número de variáveis e conseqüentemente de simplificar a obtenção das distâncias multivariadas. Sua eficiência dependerá da quantidade de variação que essas novas variáveis explicam, em relação à variação existente nos caracteres originais (FERREIRA, 1993).

Vários melhoristas têm utilizado as técnicas multivariadas para estimar divergência genética com a finalidade de reduzir os esforços na obtenção de híbridos e concentrá-los somente nas combinações possivelmente promissoras para o programa de melhoramento ou para exploração comercial do híbrido



F<sub>1</sub> (MIRANDA et alii, 1988; MALUF & FERREIRA, 1983 e MALUF et alii, 1983). Esses autores encontraram concordância satisfatória entre as combinações mais divergentes e os híbridos superiores.

### *2.6.1-Análise da variância multivariada*

A análise da variância multivariada generaliza todas as variáveis analisadas conjuntamente e pode ser utilizada em qualquer delineamento (NEGRILLO & PERRE, 1987). Ela Apresenta interpretação única e fornece testes mais poderosos por levar em conta a estrutura de correlação entre as variáveis dependentes (GODOI, 1985).

A utilização da técnica multivariada permite ao melhorista que a avaliação do material genético seja feita sobre um conjunto de características que combina as múltiplas informações contidas na unidade experimental. Desse modo é possível selecionar materiais mais promissores e avaliar a sua divergência, levando em consideração a contribuição e a importância relativa dos caracteres para a variância total existente entre as populações (OLIVEIRA, 1989). O critério de Wilks tem sido o mais comumente usado para detectar significância entre os materiais avaliados (FERREIRA, 1993).



### 2.6.2-Variáveis canônicas

A técnica multivariada das variáveis canônicas é um processo alternativo para a avaliação do grau de similaridade entre populações. Ela leva em consideração tanto a matriz de soma de quadrados e produtos residuais quanto a de soma de quadrados e produtos entre médias fenotípicas dos caracteres avaliados (CRUZ, 1990).

Esta técnica, em estudos de divergência genética, além de possibilitar a identificação de grupos similares no espaço bi ou tridimensional, à semelhança da técnica dos componentes principais, apresenta a vantagem de manter o princípio de conglomeração com base na distância  $D^2$  de Mahalanobis, considerando ainda as correlações residuais existentes entre as médias das populações (RESENDE, 1991).

Quando se utiliza este procedimento, é comum a transformação das variáveis originais de modo que a matriz de dispersão residual se iguale à identidade. Para essa transformação, tem sido extensivamente utilizado o processo de condensação pivotal (RESENDE, 1991).

### 2.6.3-Análise de agrupamento

As técnicas de análise de agrupamento tem por objetivo dividir um grupo original de observações em vários grupos

homogêneos, de acordo com algum critério de similaridade ou dissimilaridade (CRUZ, 1990). Entre os métodos de dissimilaridade, a distância de Mahalanobis  $D^2$  tem sido bastante usada nas análises de agrupamento (FERREIRA, 1993).

Os métodos de agrupamento mais comuns são os hierárquicos. Um dos tipos de agrupamento é aquele que usa a menor distância e é denominado método do vizinho mais próximo (FERREIRA, 1993). Nos métodos hierárquicos os indivíduos são agrupados por um processo que se repete em vários níveis até que seja estabelecido um dendograma. As delimitações dos grupos podem ser estabelecidas por um exame visual do dendograma, em que se avaliam pontos de alta mudança de nível, tomando-os, em geral, como delimitadores do número de populações para determinado grupo (CRUZ, 1990).

No método de Tocher apresentado por Rao (1952), citado por CRUZ (1990) e FERREIRA (1993), é estabelecido o critério de manter a distância média intragrupo sempre inferior a qualquer distância intergrupo.

### *2.7-Correlações entre caracteres*

O estudo da natureza e magnitude das relações existentes entre caracteres é evidentemente importante, pois no melhoramento em geral, a preocupação pode ser de aprimorar o material genético para um conjunto de caracteres



simultaneamente, em vez de um caráter específico e a correlação que se visualiza diretamente ao nível de um experimento é de natureza fenotípica. No entanto, esta é provocada por dois fatores: os genéticos e os ambientais. No melhoramento, o mais importante é a associação de natureza genética (VENCOVSKY & BARRIGA, 1992). A correlação genética pode ser causada por efeitos pleiotrópicos dos genes ou por desequilíbrio de ligação (VENCOVSKY, 1987). Em populações de acasalamento ao acaso não ocorre a segunda causa (HALLAUER & MIRANDA FILHO, 1981). Além disso uma das importâncias do estudo da correlação entre caracteres, é o conhecimento de como o melhoramento de um caráter vai provocar trocas simultâneas em outros caracteres (FALCONER, 1987 e VENCOVSKY & BARRIGA, 1992).

### 3-MATERIAL E MÉTODOS

#### *3.1-Material experimental e localização das populações*

Foram utilizadas cinco populações de coqueiros Gigante do Brasil, localizadas na Praia do Forte (PF), município de Mata de São João, Bahia; Fazenda Lagoa (PC), município de Pacatuba, Sergipe; Fazenda Merepe (ME), município de Ipojuca, Pernambuco; Fazenda Santa Rita (SR), município de Igarassu, Pernambuco e Fazenda Ribeiro (SJM), município de São José do Mipibu no Estado do Rio Grande do Norte (Figura 2). Todas as populações foram identificadas como legítimas da variedade Gigante.



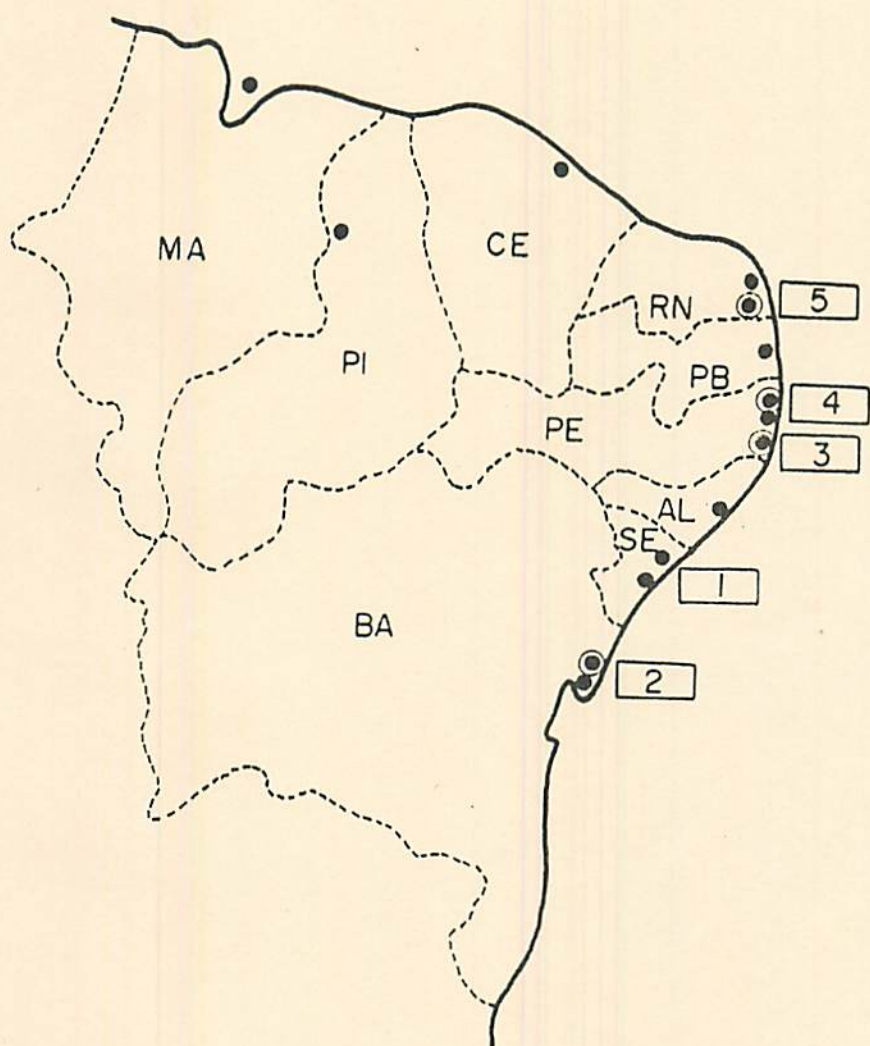


Figura 2: Mapa da região Nordeste do Brasil e a localização das populações amostradas: 1.Pacatuba; 2.Praia do Forte; 3.Merepe; 4. Santa Rita e 5.São José do Mipibu.

### 3.2-Coleta de material

Os dados foram coletados de 96 plantas em cada população. De cada planta foram colhidos 3 frutos com idade aproximada de 12 meses, ou seja, maduros com casca seca ou em vias de secamento.

Após a colheita, os frutos foram levados para o Centro de Pesquisa Agropecuária dos Tabuleiros Costeiros (CPATC) localizado em Aracaju, Estado de Sergipe, onde foram deixados em galpões com ventilação livre durante vinte e um dias, para complementação da maturação e secagem da fibra.

### 3.3-Análise carpológica

Após 21 dias de estocagem, procedeu-se à análise dos componentes do fruto. A análise pode ser resumida como segue: Os frutos foram pesados e medidos o diâmetro polar e equatorial, seguido da descascagem e retirada das nozes. Essas por sua vez foram pesadas e quebradas para a retirada da água, efetuando-se a pesagem da noz sem água. Em seguida fez-se o despulpamento (retirada do albúmen) e pesagem do albúmen. Para o despulpamento utilizou-se espátulas próprias com cabo de madeira. Os dados dos pesos de fruto, noz, peso da noz sem água e albúmen foram obtidos por pesagem direta, enquanto que os pesos de casca, endocarpo (coque) e água foram obtidos por diferença.



Para se fazer a determinação de copra (albúmen desidratado a 6% de umidade) é necessário alguns cuidados, pois a constituição do albúmen não é homogênea. Existe variação nos teores de matéria seca e óleo do albúmen. A porção do embrião é mais rica em água e o pólo oposto mais rico em óleo e portanto esses dois extremos não fizeram parte da amostra. Para ilustrar o processo de retirada da amostra de albúmen para a determinação de copra, dividiu-se a noz em quatro zonas A, B, C e D (Figura 3), onde se retiraram amostras apenas das zonas B e C. A copra a 6% de umidade é calculada a partir do teor de matéria seca e utilizou-se a metodologia de WUIDART & ROGNON (1978), que pode ser sintetizada como segue:

Com auxílio de uma faca cortou-se pedaços de albúmen de aproximadamente 50 gramas, de cada fruto da parte equatorial da noz (zonas B e C, Figura 3), formando uma amostra de aproximadamente 150 gramas por planta. Em seguida os pedaços de albúmen foram cortados com faca deixando-os com tamanho aproximado de 1 x 2 cm para facilitar a desidratação. Esses fragmentos foram colocados em recipientes de alumínio e levados à estufa a 105°C por 48 horas onde é atingida a completa desidratação. Os pesos de albúmen fresco e seco foram obtidos com precisão até centigramas e arredondados a decigramas e o peso de copra calculado pela fórmula:

$$\%MS = \frac{PAS}{PAF} \times 100$$

$$PCo(6\%) = \frac{PAF \times \%MS}{0,94}$$

PAS-Peso de albúmen seco  
PAF-Peso de albúmen fresco  
%MS-Percentagem de matéria  
seca no albúmen  
PCo(6%)-Peso de copra a 6%  
de umidade

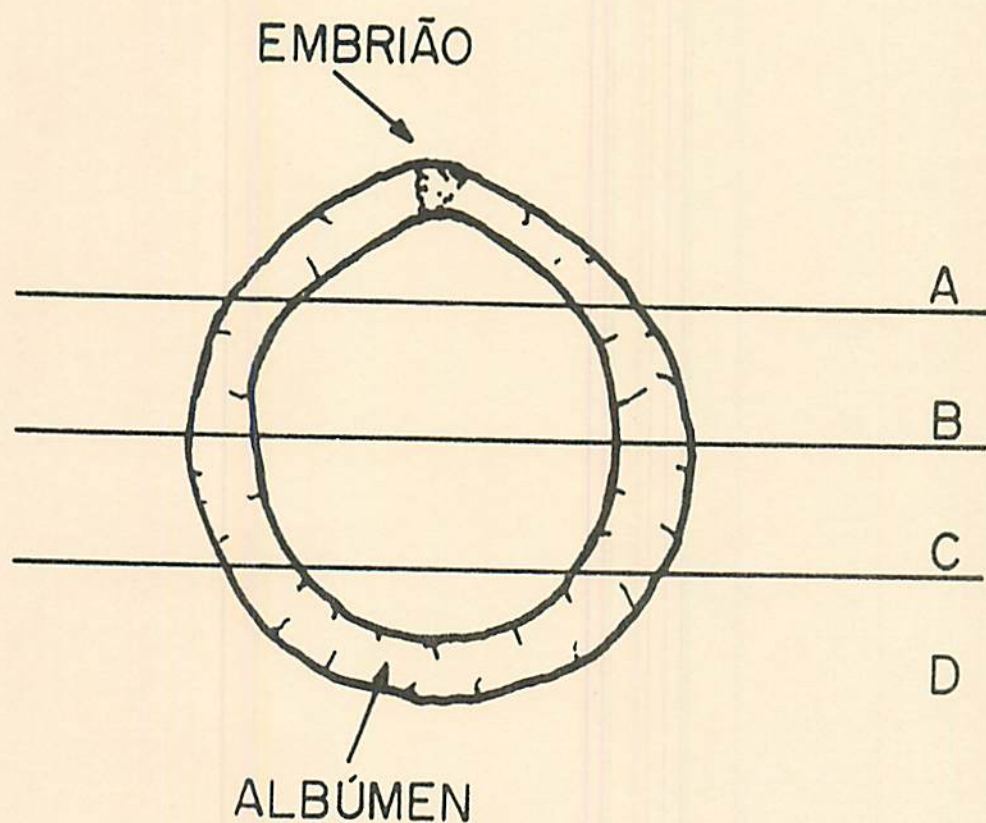


Figura 3: Esquema longitudinal de uma noz do coco e as respectivas regiões de amostragem do albúmen. (Adaptado de WUIDART & ROGNON, 1978).



Dessa forma foram obtidos dados de dezenove caracteres: Peso do fruto (PF); peso da noz (PN); peso do coque (endocarpo) (PE); peso da casca (fibra) (PC); peso do albúmen (PA); peso da água (PAg); peso de copra (PCo); peso da noz sem água (PNSAg); percentagem de matéria seca no albúmen (%MS); percentagem de albúmen no fruto sem água (R); percentagem de copra no fruto sem água (Q); relação noz por fruto (N/F); relação coque por noz (E/N); relação água por noz (Ag/N); relação albúmen por noz (A/N) e relação copra por noz (Co/N); diâmetro polar (DP); diâmetro equatorial (DE) e índice polar/equatorial (I).

### *3.4-Avaliação da variabilidade genética*

#### *3.4.1-Análise da variância univariada*

Os dados dos dezenove caracteres avaliados referentes às cinco populações de coqueiro Gigante do Brasil foram submetidos a análise de variância univariada do tipo entre e dentro, segundo o modelo matemático:

$$Y_{ij} = m + p_i + d_{ij}$$

onde:

$Y_{ij}$ : é o valor observado na unidade experimental referente a  $i$ -ésima população do  $j$ -ésimo indivíduo;

$m$ : é a média geral;

$p_i$ : é o efeito da  $i$ -ésima população;

$d_{ij}$ : é o efeito da  $j$ -ésima planta dentro da  $i$ -ésima população; onde os  $d_{ij}$  são considerados independentes com distribuição normal, com média zero e variância  $\sigma^2$ , ( $i=1, 2, 3, 4, 5$ ; e  $j=1, 2, \dots, 96$ ).

### 3.4.2-Análise da variância multivariada

A análise da variância multivariada foi realizada para ajudar na interpretação e avaliação da variabilidade genética global existente entre as populações. O modelo estatístico utilizado foi o seguinte:

$$Y_{ijk} = m_k + p_{ik} + d_{ijk}$$

onde:

$y_{ijk}$ : é o valor observado na unidade experimental referente à  $i$ -ésima população do  $j$ -ésimo indivíduo para o  $k$ -ésimo caráter;

$m_k$ : é a média geral do experimento para o  $k$ -ésimo caráter;

$p_{ik}$ : é o efeito da  $i$ -ésima população associado ao  $k$ -ésimo caráter;

$d_{ijk}$ : é o efeito da  $j$ -ésima planta dentro da  $i$ -ésima população associado ao  $k$ -ésimo caráter; onde os  $d_{ijk}$  são considerados independentes, com distribuição multinormal, com vetor média zero e matriz de covariância  $\Sigma$ , ( $i=1,2,3,4,5$ ;  $j=1,2,\dots,96$ ;  $k=1,2,\dots,19$ ).



O critério para se avaliar se houve diferenças entre os vetores médias de variedades foi o de Wilks, com base na estatística  $\Lambda$ , dada por:

$$\Lambda = \frac{\text{Det}(E)}{\text{Det}(E+T)}$$

onde:

E: é a matriz de soma de quadrados e produtos residual; e

T: é a matriz de soma de quadrados e produtos entre populações;

A distribuição de  $\Lambda$  é muito complexa e uma alternativa para se avaliar a significância é a sua transformação para F, que possui tabelas próprias já preparadas. Uma fórmula aproximada é a de Harris (1975) apresentada por GOMES (1990):

$$F_{[p(n-1), ab-c]} = \left[ \left[ \frac{1}{\Lambda} \right]^{1/b} - 1 \right] \frac{ab - c}{p(n-1)}$$

onde:

p: é o número de caracteres analisados;

n: é o número de populações;

a = gl do erro - 0,5 (p-n+2);

c = 0,5 [p(n-1)-2]; e

b = 1 se  $p^2 + (n-1)^2 = 5$ ; ou

$$b = \left[ \frac{p^2(n-1)^2 - 4}{p^2 + (n-1)^2 - 5} \right]^{1/2} \quad \text{se } p^2 + (n-1)^2 \neq 5$$

Essas análises preliminares permitiram avaliar a divergência entre as variedades de forma univariada, para cada caráter, e de forma global, através da análise de variância multivariada.

### 3.4.3-Variáveis canônicas e descarte de variáveis

#### *i*-Variáveis canônicas

A partir da análise de variância multivariada obtiveram-se as matrizes de soma de quadrados e produtos residuais E e a de soma de quadrados e produtos T, relativa a populações. A técnica das variáveis canônicas consiste em reduzir os p caracteres a um novo conjunto, que são combinações lineares das variáveis originais, e que são não correlacionadas entre si.

As variáveis canônicas podem ser representadas da seguinte forma:

$$Y_1 = a_1^{(1)(1)} X_1^{(1)} + a_2^{(1)} X_2^{(1)} + \dots + a_p^{(1)} X_p^{(1)};$$

$$Y_2 = a_1^{(2)(2)} X_1^{(2)} + a_2^{(2)} X_2^{(2)} + \dots + a_p^{(2)} X_p^{(2)};$$

$$\begin{array}{ccccccc} \cdot & \cdot & \cdot & \dots & \cdot & & \\ \cdot & \cdot & \cdot & \dots & \cdot & & \\ \cdot & \cdot & \cdot & \dots & \cdot & & \end{array}$$

$$Y_p = a_1^{(p)(p)} X_1^{(p)} + a_2^{(p)} X_2^{(p)} + \dots + a_p^{(p)} X_p^{(p)};$$



onde,

$a_j^{(r)}$  é o j-ésimo elemento do autovetor associado a r-ésima variável canônica;

$x_j^{(i)}$  é a média do j-ésimo caráter para a i-ésima população.

de modo que:

a.  $\text{Var} (Y_r) = \lambda_r$

b.  $\text{Cov} (Y_r, Y_k) = 0, r \neq k$

c.  $\sum_{j=1}^p \left[ a_j^{(r)} \right]^2 = 1, (r=1, 2, \dots, p)$

d. a ordem das variâncias é dada por:  $\lambda_1 \geq \lambda_2 \geq \lambda_3 \geq \dots \geq \lambda_p \geq 0$

Para se determinar os autovalores ( $\lambda_r$ ) e os autovetores associados aos  $\lambda_r$ 's, basta resolver o sistema indeterminado de equações:

$$(T - \lambda_r E) \underline{a}^{(r)} = \underline{0}$$

sendo  $\underline{a}^{(r)} \neq \underline{0}$ . Isto implica que:

$$\det (T - \lambda_r E) = 0$$

onde:

$\underline{a}^{(r)}$ : é o vetor característico referente a r-ésima variável canônica.

Foi feita a transformação de E em I, matriz identidade P x P, da seguinte forma:

$$(S^{-1})' E S^{-1} = I$$

onde:

$S^{-1}$ : é a inversa do fator de Cholesky para a matriz E;

Desta forma aplicando a mesma transformação em T tem-se:

$$L = (S^{-1})' T S^{-1}$$

Essa transformação é possível e não afeta a variação global existente, pois suas estimativas podem ser obtidas através da solução da equação determinantal, semelhante a dos componentes principais (Jonhson & Wichern, 1988; Morrison, 1967 e Bock, 1975, apresentados por FERREIRA, 1993).

$$\text{Det} (L - \lambda_r I) = 0$$

A importância de cada variável canônica é dada pela razão:

$$\%V_r = \frac{\lambda_r}{\sum_{r=1}^p \lambda_r} = \frac{\text{Var} (Y_r)}{\text{Traço L}}$$

No estudo da divergência genética, adotou-se um número de variáveis canônicas necessário para explicar um mínimo de 90% da variação entre as populações de coqueiro.

#### *ii-Descarte de variáveis*

As correlações entre as variáveis canônicas e os caracteres foram estimadas, da seguinte forma:

$$r_{ir} = \frac{a_i^{(r)} \sqrt{\lambda_r}}{s_i}$$



em que:

$r_{ir}$ : é a correlação entre o  $i$ -ésimo caráter e a  $r$ -ésima variável canônica,  $i, r = 1, 2, \dots, p$ ;

$a_v^{(r)}$ : é o elemento do  $i$ -ésimo caráter do  $r$ -ésimo autovetor associado a  $r$ -ésima variável canônica;

$\lambda_r$ : é o autovalor (variância) relativa a  $r$ -ésima variável canônica;

$s_i$ : é o desvio padrão do  $i$ -ésimo caráter, obtido pela raiz quadrada do elemento  $l_{ii}$  da matriz  $L$ .

O descarte de caracteres redundantes foi feito com base na análise das variáveis canônicas selecionadas, ou seja, as que explicaram um mínimo de 90% da variação disponível. O critério utilizado foi de descartar os caracteres que não apresentaram correlações significativas com nenhuma das variáveis canônicas selecionadas.

### 3.4.4 Análise de agrupamento

#### *i*-Medidas de dissimilaridade

As distâncias de Mahalanobis foram utilizadas como medidas de dissimilaridade.

A média da  $i$ -ésima população relativa ao  $r$ -ésimo caráter foi representada por  $X_{ir}$  e foi utilizada para estimar as distâncias entre pares de populações.

Distância generalizada de Mahalanobis ( $D_{ij}^2$ )

$$D_{i,j}^2 = (\bar{X}_i \quad \bar{X}_j) E^{-1} (\bar{X}_i - \bar{X}_j)$$

onde.

$\bar{X}_i$  e  $\bar{X}_j$  : são os vetores média associados a populações  $i$  e  $j$ , respectivamente;

$E$  : é a matriz de soma de quadrados e produtos residuais;

$E^{-1}$  : é a inversa de  $E$ .

Para formação dos grupos foi utilizado o método hierárquico aglomerativo do vizinho mais próximo apresentado por Johnson & Wichern (1988) citado por FERREIRA (1993)

### 3 4.5-Correlações fenotípicas entre os caracteres avaliados

A correlação entre dois caracteres,  $X$  e  $Y$ , é estimada pelo coeficiente de correlação, o qual pode ser calculado pela seguinte fórmula (SILVA, 1982):

$$r_{(XY)} = \text{COV}(X, Y) / [\hat{V}(X) \cdot \hat{V}(Y)]^{1/2}$$

Para obtenção dos coeficientes de correlações entre os dezenove caracteres estudados utilizou-se o programa MSTAT-C



#### 4-RESULTADOS E DISCUSSÃO

##### *4.1-Análise de variância univariada*

Os resumos das análises de variância para todas as características são apresentados na Tabela 1, onde se constata que a precisão dos experimentos, avaliada pelo coeficiente de variação (CV), variou de 7,4% para a percentagem de matéria seca no albúmen a 38,3% para o peso de água do fruto.

Deve ser mencionado que uma comparação entre precisão com que foram avaliadas as diferentes características não é muito correta, pois entre elas há diferenças nas unidades de medida e também porque algumas delas referem-se a índices de outras medidas.

É preciso ressaltar que no delineamento experimental

adotado não há controle local e nem aleatorização o que deve contribuir para maiores estimativas do erro experimental e como consequência menor precisão. Contudo, a precisão experimental obtidas para as diferentes características pode ser considerada boa para a cultura do coqueiro, e que foi semelhante às encontradas por NUCÉ DE LAMOTHE & WUIDART (1981); SANGARÉ et alii (1984); SIQUEIRA (1988a) e VARGAS (1991).

O maior coeficiente de variação obtido para peso de água pode ser atribuído ao fato, que por mais criteriosa que seja a seleção dos frutos, é praticamente impossível obter uniformidade em maturação fisiológica. Essa heterogeneidade na maturação afeta o teor de água disponível no fruto e a grande variação observada nesse caráter contribui para um maior CV, pois nesse caso o CV está associado à maior ou menor variabilidade do caráter.

O principal fato que atesta que a precisão foi boa é que foi possível detectar diferença significativa entre as populações ( $P < 0.01$ ) para todos os caracteres estudados, com exceção da percentagem de copra no fruto sem água.



Tabela 1: Resumo das análises de variância dos 19 caracteres obtidos na avaliação das cinco populações de Coqueiro Gigante do Brasil. Aracaju, Sergipe, 1992/93.

Caracteres	Quadrados médios		Média Total	C.V (%)
	Entre	Dentro		
Peso de fruto (PF)	5347762,467**	135102,699	1628,859	22,6
Peso de noz (PN)	680363,413**	17478,682	692,080	19,1
Peso de noz sem água (PNSAg)	247247,248**	7868,751	553,052	16,0
Peso de albúmen (PA)	88880,524**	3131,667	319,656	17,5
Diâmetro polar (DP)	191,644**	4,840	24,044	9,1
Diâmetro equatorial (DE)	144,529**	2,157	17,464	8,4
Percentagem de matéria seca no albúmen (%MS)	358,293**	16,978	55,929	7,4
Peso do coque (PE)	49043,577**	2269,040	233,396	20,4
Peso de água (PAg)	129094,867**	2835,269	139,028	38,3
Peso de casca (PC)	2333868,600**	86171,613	936,779	31,3
Peso de copra (PCo)	33949,665**	1303,607	190,141	19,0
Percentagem de copra no fruto sem água (Q)	24,055	10,408	13,276	24,3
Percentagem de albúmen no fruto sem água (R)	193,680**	23,242	22,258	21,7
Relação copra/noz (Co/N)	99,344**	15,440	27,802	14,1
Relação água/noz (Ag/N)	901,267**	21,390	19,266	24,0
Relação coque/noz (E/N)	433,179**	23,341	34,055	14,2
Relação Albúmen/noz (A/N)	203,433**	26,787	46,679	11,1
Relação noz/fruto (N/F)	291,633**	48,406	43,441	16,0
Índice polar/equatorial (I)	0,416**	0,014	1,383	8,6

\*\* Significativo pelo teste F ao nível de 1% de probabilidade

#### 4.2-Análise carpológica

A carpologia envolve o estudo de todos os componentes do fruto. Nesse caso para facilitar a apresentação dos resultados médios essa análise foi subdividida em caracteres relacionados com a forma e com o peso das diferentes partes que compõem os frutos.

##### 4.2.1-Forma de fruto

Para se conhecer o formato dos frutos foram obtidas medidas de diâmetro polar (DP) e diâmetro equatorial e a partir deles o índice polar/equatorial (I). Os resultados médios para esses três caracteres são apresentados na Tabela 2. Como o índice polar foi sempre superior a um pode-se inferir que para todas as populações os frutos são oblongos (HARRIES, 1981). É preciso salientar entretanto que houve diferença entre as populações com relação ao índice (I) que determina o formato e que a população de São José do Mipibu apresentou o maior valor para esse caráter.



Tabela 2: Diâmetro polar (DP) e Equatorial (DE) em cm, e Índice polar/equatorial (I) de cinco populações de Coqueiro Gigante do Brasil. Aracaju, Sergipe, 1992/93.

População	DP (cm)	DE (cm)	I
Pacatuba	23,033 <sup>c</sup>	17,742 <sup>b</sup>	1,300 <sup>c</sup>
Praia do Forte	25,414 <sup>a</sup>	18,961 <sup>a</sup>	1,344 <sup>c</sup>
Merepe	25,094 <sup>ab</sup>	18,105 <sup>b</sup>	1,392 <sup>b</sup>
Santa Rita	22,116 <sup>d</sup>	15,824 <sup>d</sup>	1,403 <sup>b</sup>
S. José do Mipibu	24,561 <sup>b</sup>	16,689 <sup>c</sup>	1,475 <sup>a</sup>
Média Geral	24,044	17,464	1,383

Médias numa mesma coluna, seguidas pela mesma letra não diferem significativamente entre si pelo teste de Tukey ao nível de 5% de probabilidade.

#### 4.2.2-Composição de fruto

Basicamente o fruto de um coqueiro é composto de casca, coque, albúmen e água. Dá-se a denominação de noz ao fruto sem casca, e que é por sua vez a parte comercializável do fruto. Na indústria visando a produção, de leite, farinha e outros derivados é utilizado apenas o albúmen. Desse modo para se avaliar o potencial de um material genético não basta apenas obter o peso dos frutos, mas também a percentagem de seus componentes e em especial o albúmen.

Chama a atenção o resultado obtido para o peso total dos frutos (Tabela 3), onde se verifica que o maior peso médio foi obtido na população de Merepe o qual foi 49% superior ao encontrado na população de Santa Rita, que foi a de menor peso. Anteriormente foi constatado que a população Praia do Forte apresentava os frutos com maior tamanho (Tabela 2), contudo, os frutos dessa população, como já mencionado não foram os de maior peso.

A população de Merepe também se destacou para todos os demais componentes de fruto, exceto para o caráter percentagem de matéria seca no albúmen, cujo valor mais alto foi apresentado pela população da Praia do Forte. Em termos de rendimento industrial os frutos da Praia do forte e de Merepe são semelhantes. Observa-se que o peso de copra foi semelhante nas duas populações, e isso ocorre porque apesar da percentagem de matéria seca no albúmen ser maior na Praia do Forte, o peso do albúmen fresco é maior em Merepe. Merece destacar também a população Santa Rita que foi a que apresentou o menor peso de albúmen e em consequência menor peso de copra (Tabela 3).



Tabela 3: Caracteres de frutos de cinco populações de Coqueiro Gigante do Brasil, Aracaju-Sergipe, 1992/93.

Caracteres	Populações				
	Pacatuba	Praia do Forte	Merepe	Santa Rita	S. J. do Mipibu
<b>Peso (g)</b>					
Fruto	1659,409 <sup>bc</sup>	1737,639 <sup>b</sup>	1926,927 <sup>a</sup>	1294,319 <sup>d</sup>	1531,000 <sup>c</sup>
Noz	695,643 <sup>b</sup>	707,292 <sup>b</sup>	801,493 <sup>a</sup>	565,069 <sup>c</sup>	690,903 <sup>b</sup>
Casca	958,767 <sup>ab</sup>	1030,346 <sup>a</sup>	1125,433 <sup>a</sup>	729,250 <sup>d</sup>	840,097 <sup>c</sup>
Coque	236,476 <sup>b</sup>	255,990 <sup>a</sup>	249,271 <sup>ab</sup>	198,333 <sup>c</sup>	226,910 <sup>b</sup>
Água	144,323 <sup>b</sup>	126,424 <sup>b</sup>	194,844 <sup>a</sup>	93,559 <sup>c</sup>	135,989 <sup>b</sup>
Albúmen fresco	314,843 <sup>b</sup>	324,879 <sup>b</sup>	357,378 <sup>a</sup>	273,177 <sup>c</sup>	328,004 <sup>b</sup>
Copra (6% umidade)	190,178 <sup>ab</sup>	201,798 <sup>a</sup>	211,537 <sup>a</sup>	161,904 <sup>c</sup>	185,287 <sup>b</sup>
<b>Porcentagem (%)</b>					
Copra no fruto sem água	13,000 <sup>a</sup>	12,920 <sup>a</sup>	12,838 <sup>a</sup>	13,942 <sup>a</sup>	13,681 <sup>a</sup>
Matéria seca no albúmen	56,782 <sup>b</sup>	58,439 <sup>a</sup>	55,551 <sup>b</sup>	55,722 <sup>b</sup>	53,152 <sup>c</sup>

Médias numa mesma linha, seguidas pela mesma letra não diferem significativamente entre si pelo teste de Tukey ao nível de 5% de probabilidade.

Na Tabela 4 são apresentados os resultados de componentes de fruto, em porcentagem. Todas as populações apresentaram uma alta porcentagem de casca no fruto, variando de 54,9% na população de São José do Mipibu a 59,3% Praia do Forte. Esses resultados são semelhantes aos apresentados por SIQUEIRA



(1988a) que encontrou 52%, e superiores aos de NUCÊ DE LAMOTHE & WUIDART (1981) onde encontraram valores variando entre 27 a 46%. Já as percentagens de albúmen no fruto variaram de 18,6% para a população de Merepe a 21,4% para a de São José do Mipibu; e de copra variou de 11,0% para a população de Merepe a 12,5% em Santa Rita. Esses resultados também são concordantes com os apresentados por SIQUEIRA (1988a), onde encontrou 23,5% e 13,5% para albúmen e copra, respectivamente, e inferiores aos resultados de NUCÊ DE LAMOTHE & WUIDART (1981), que encontraram valores de 26 a 35% para albúmen e de 16 a 21% para copra. Vale salientar que a alta percentagem de casca e as baixas percentagens de albúmen e copra constituem-se características indesejáveis para os cocoicultores.

As percentagens de coque por noz variaram de 31,1% na população de Merepe, a 36,2% na da Praia do Forte, e essas estimativas foram superiores às encontradas por NUCÊ DE LAMOTHE & WUIDART (1981) que obtiveram valores variando de 21 a 29% e também superiores aos de VARGAS (1991) que foram em média de 23,6%. Com relação as percentagens de albúmen e de copra na noz os resultados variaram entre 44,6 e 48,3%; 26,4 e 28,6% para as populações de Merepe e Santa Rita, respectivamente. Esses resultados foram semelhantes aos apresentados por VARGAS (1991) onde encontrou valores variando de 42,42 a 48,48%; e 21,38 a 28,18%, para percentagem de albúmen e de copra na noz, respectivamente. A alta percentagem de coque também é uma



característica indesejável

Embora as percentagens de albúmen por noz sem água (55,9% Praia do Forte) e (59,1% São José do Mipibu) tenham sido inferiores às encontradas por NUCÉ DE LAMOTHE & WUIDART (1981), (62 a 70%), as percentagens de copra foram superiores (33,4% em São José do Mipibu) e (34,9% em Merepe) quando comparadas às encontradas por esses autores (23 a 32%). Isto indicando que o albúmen das populações avaliadas neste trabalho apresenta menor teor de umidade e maior teor de óleo, constituindo-se numa característica vantajosa, pois o alto teor de óleo no albúmen é importante para a indústria.

Tabela 4: Componentes, de fruto, em percentagem, para cinco populações de Coqueiro Gigante do Brasil. Aracaju-Sergipe, 1992/93.

Componentes	Populações				
	Pacatuba	Praia do Forte	Merepe	Santa Rita	São José do Mipibu
% Fruto					
Casca	57,8	59,3	58,4	56,3	54,9
Coque	14,3	14,7	12,9	15,3	14,8
Água	8,8	7,3	10,1	7,3	8,9
Albúmen	19,1	18,7	18,6	21,1	21,4
Copra	11,5	11,6	11,0	12,5	12,1
% Fruto s/água					
Casca	63,2	63,8	64,7	60,5	60,1
Coque	15,5	15,7	14,1	16,3	15,8
Albúmen	21,3	20,5	21,2	23,2	24,1
Copra	13,0	12,9	12,8	13,9	13,7
% Noz					
Coque	34,0	36,2	31,1	35,1	32,8
Água	20,7	17,9	24,3	16,6	19,7
Albúmen	45,3	45,9	44,6	48,3	47,5
Copra	27,3	28,5	26,4	28,6	26,8
% Noz s/ água					
Albúmen	57,1	55,9	58,9	57,9	59,1
Copra	34,5	34,7	34,9	34,3	33,4
% Albúmen fresco					
Copra	60,4	62,1	59,2	59,3	56,5



#### 4.3-Correlações fenotípicas

É preciso salientar que como as estimativas foram obtidas a partir das médias das populações elas envolveram apenas cinco dados; por essa razão, os graus de liberdade associados às estimativas de correlação foram três e as estimativas só apresentaram significância a partir de valores altos, 0,88, considerando-se o nível de significância de 5%. É possível assim que mais caracteres estejam associados, porém não foi possível detectar essa associação com o nível de precisão utilizado.

Deve-se ressaltar que o índice polar/equatorial (I), que avalia o formato do fruto, apesar de ser dependente dos diâmetros do mesmo, não apresentou correlação significativa com nenhum dos caracteres envolvidos (Tabela 5), o qual até certo ponto corrobora com o que foi comentado anteriormente.

Outros caracteres como o diâmetro polar (DP) percentagem de matéria seca no albúmen (%MS), e as relações: noz por fruto (N/F), coque por noz (E/N) e copra por noz (Co/N) entre outras, apresentaram poucas associações em um ou dois casos apenas, num total de 18 combinações possíveis (Tabela 5).

Já os pesos de frutos (PF) e de copra (PCo) apresentaram o maior número de associações significativas; o peso do fruto (PF) foi positivamente correlacionado com o peso de noz (PN), peso da noz sem água (PNSAg), peso do albúmen (PA),



peso do coque (PE), peso de água (PAg), peso de casca (PC) e peso de copra (PCo), e negativamente com a percentagem de copra no fruto sem água (Q) e com a relação albúmen por noz (A/N). O peso de copra (PCo) se correlacionou com os mesmos caracteres e da mesma forma como o peso de fruto (PF), exceto para peso de água (PAg) e para a correlação com o diâmetro equatorial (DE). Era esperado que ocorresse correlação positiva do peso de fruto com as medidas de diâmetro e nesse caso as estimativas, apesar de positivas e altas, não foram significativas. Observa-se ainda, que o peso de fruto se correlacionou positiva e significativamente com todos os caracteres de peso direto (Tabela 5).

Na literatura não foi encontrado relatos de estimativas de correlação para que pudessem ser comparados com a do presente trabalho. É preciso salientar que, como foram tomados apenas características de fruto, as estimativas obtidas têm importância apenas no que se refere a resposta correlacionada com a seleção (FALCONER, 1987), já que a contribuição para auxiliar na seleção precoce, que é muito importante no caso de plantas perenes, não é possível, uma vez que todas as características avaliadas se manifestam, quase que simultaneamente, no final da maturação.

É importante que em futuros trabalhos, principalmente de avaliação de progênies, os caracteres da planta sejam incluídos nas avaliações, de preferência desde os estádios



iniciais, para que se possa estimar as correlações genéticas e assim auxiliar mais decisivamente os melhoristas.

Tabela 5: Estimativas dos coeficientes de correlações fenotípicas entre dezenove caracteres avaliados em cinco populações de Coqueiros Gigantes do Brasil, Aracaju, Sergipe 1992/93.

Carac- teres	PH	PNSAg	PA	DP	DE	%MS	PE	PAg	PCa	PCo	Q	R	Co/H	Ag/H	E/H	A/H	H/F	I
	**	**	†				†	†	**	**	†							†
PF	0.97	0.96	0.92	0.77	0.85	0.29	0.92	0.89	0.99	0.99	-0.93	-0.70	-0.52	0.00	-0.51	-0.93	-0.67	-0.30
		**	**					†	†	**				†				†
PH		0.97	0.98	0.79	0.73	0.85	0.86	0.95	0.92	0.96	-0.83	-0.51	-0.70	0.80	-0.67	-0.80	-0.46	-0.10
			**	†				†	†	**								
PNSAg			0.97	0.88	0.83	0.15	0.94	0.85	0.93	0.99	-0.85	-0.57	-0.50	0.75	-0.51	-0.84	-0.52	-0.12
								†	†									
PA				0.84	0.67	-0.88	0.83	0.92	0.86	0.93	-0.74	-0.38	-0.74	0.85	-0.70	-0.70	-0.33	0.86
DP					0.75	0.10	0.85	0.59	0.74	0.85	-0.62	-0.39	-0.35	0.46	-0.30	-0.52	-0.37	0.16
							**		†	†	†	†						
DE						0.66	0.97	0.53	0.89	0.88	-0.93	-0.80	-0.87	0.38	0.01	-0.80	-0.85	-0.53
																		†
%MS							0.45	-0.18	0.41	0.28	-0.57	-0.87	0.62	-0.23	0.60	-0.30	-0.90	-0.83
									†	†	†							
PE								0.67	0.93	0.96	-0.92	-0.76	-0.30	0.54	-0.20	-0.84	-0.72	-0.36
														**				
PAg									0.84	0.85	-0.72	-0.39	-0.82	0.98	-0.84	-0.85	-0.34	-0.86
										**	**							†
PCa										0.98	-0.96	-0.79	-0.42	0.73	-0.41	-0.94	-0.76	-0.39
											†							†
PCo											-0.91	-0.68	-0.50	0.74	-0.46	-0.89	-0.64	-0.24
												†						**
Q												0.90	0.28	-0.62	0.23	0.96	0.85	0.62
																		**
R													-0.15	-0.26	-0.16	0.78	0.99	0.82
															†	†		
Co/H														-0.88	0.94	0.49	-0.23	-0.32
															†			
Ag/H															-0.90	-0.70	-0.20	-0.01
E/H																0.44	-0.20	-0.37
A/H																	0.72	0.56
H/F																		0.80

\*\* e † significativo pelo teste t ao nível de 1% e 5% de probabilidade respectivamente.



#### 4.4-Análises multivariadas

Os autovalores associados às variáveis canônicas, com base nos dezenove caracteres analisados, bem como as variâncias em percentagens individuais e acumuladas estão apresentados na Tabela 6. Como se pode observar as três primeiras variáveis canônicas explicam 95,12% da variação total, sendo assim utilizadas para identificação dos caracteres de menor importância.

Pelos coeficientes de correlação entre os caracteres e as três variáveis canônicas de maior importância, constata-se que apenas quatro caracteres apresentaram correlações significativas com essas variáveis canônicas: peso de noz (PN), peso de albúmen (PA), diâmetro equatorial (DE) e percentagem de albúmen no fruto sem água (R), como pode ser observado na Tabela 7, indicando que somente eles devem estar contribuindo diretamente para a divergência das populações.

Tabela 6: Variância, variância percentual e variância acumulada das variáveis canônicas, obtidas a partir dos dezenove caracteres mensurados em cinco populações de Coqueiro Gigante do Brasil. Aracaju, Sergipe, 1992/93.

Variáveis Canônicas	(Autovalores) Variâncias	Variância (%) Percentual	Variância Percentual Acumulada (%)
1	0,6933	40,82	40,82
2	0,5075	20,88	70,70
3	0,4147	24,42	95,12
4	0,0000	4,87	99,98
5	0,0002	0,00	99,98
6	0,0000	0,01	99,99
7	0,0001	0,00	99,99
8	0,0000	0,01	100,00
9	0,0000	0,00	100,00
10	0,0000	0,00	100,00
11	0,0000	0,00	100,00
12	0,0000	0,00	100,00
13	0,0000	0,00	100,00
14	0,0000	0,00	100,00
15	0,0000	0,00	100,00
16	0,0000	0,00	100,00
17	0,0000	0,00	100,00
18	0,0000	0,00	100,00
19	0,0000	0,00	100,00



Tabela 7: Coeficiente de correlação entre os caracteres e as três variáveis canônicas principais, ou seja, aquelas que explicam mais de 95% da variação total acumulada.

Caracteres Originais	Variáveis canônicas		
	1	2	3
Peso de fruto (PF)	0,7234	0,6690	0,1645
Peso de Noz (PN)	0,1360	0,9800**	-0,0113
Peso de noz sem água (PNSAg)	0,3390	-0,5161	-0,7865
Peso de albúmen (PA)	-0,3162	0,9043*	0,2370
Diâmetro polar (DP)	0,1696	0,5624	-0,7464
Diâmetro equatorial (DE)	0,9613**	-0,1970	-0,1511
Percentagem de matéria seca no albúmen (%MS)	0,7635	-0,3116	0,5534
Peso de coque (PE)	0,7530	-0,4489	-0,4001
Peso de água (PAg)	0,3642	-0,5867	-0,6957
Peso de casca (PC)	0,3442	0,7560	0,5581
Peso de copra (PCo)	0,4529	-0,4367	0,7265
Percentagem de copra no fruto sem água (Q)	0,0629	-0,5386	0,3111
Percentagem de albúmen no fruto sem água (R)	-0,0500	0,3814	-0,9217*
Relação Copra/noz (Co/N)	0,3138	-0,6493	0,4291
Relação Água/noz (Ag/N)	0,2895	0,3539	-0,3991
Relação Coque/noz (C/N)	0,8053	-0,4557	-0,3269
Relação Albúmen/noz (A/N)	0,4534	0,7013	0,3246
Relação Noz/fruto (N/F)	-0,0286	-0,7985	-0,4869
Índice polar/equatorial (I)	-0,5440	0,5482	-0,5307

\*\* e \* Significativo pelo teste t ao nível de 1% e 5% de probabilidade, respectivamente.



Como já comentado anteriormente, entre os quinze caracteres que não apresentaram correlações significativas com as variáveis canônicas de maior importância, apenas a percentagem de copra no fruto sem água (Q) não apresentou significância pelo teste F, nas análises univariadas (Tabela 1). Assim apesar das populações diferirem entre si para os outros 14 caracteres, eles não contribuíram para a divergência. Isso ocorreu provavelmente porque essas características são correlacionadas com outras e, quando avaliadas em conjunto, na análise multivariada, essas diferenças individuais se tornam redundantes, pois as técnicas multivariadas são sensíveis em discriminar as variáveis menos importantes que se caracterizam pela redundância, isto porque esses caracteres estão indiretamente representados por outros.

As estimativas das correlações entre esses quatro caracteres e os demais, apesar de não serem significativas para a maioria deles, pelas razões já comentadas, foram em geral altas (Tabela 5).

Pelo critério de Wilks obteve-se um valor de  $\lambda=2,5570 \times 10^{-4}$  correspondente a um F de 171,68 ( $P<0,01$ ) com 76 e 1789 graus de liberdade respectivamente, indicando haver divergência genética entre as populações.

A partir das quatro características remanescentes foram obtidas novas variáveis canônicas, cujas variâncias (autovalores), variância percentual e variância acumulada estão



apresentadas na Tabela 8. Verifica-se que com três variáveis canônicas, acumulou-se 99,88% da variação contida nos caracteres originais. Isto leva a um ganho de 4,76% em relação às variáveis canônicas obtidas anteriormente, com base nos dezenove caracteres (Tabela 6).

Tabela 8: Variância, variância percentual e variância acumulada das variáveis canônicas obtidas a partir dos quatro caracteres selecionados. Aracaju, Sergipe, 1992/93.

Variáveis Canônicas	(Autovalores) Variâncias	Variância Percentual	Variância Percentual Acumulada
1	57,48	70,99	70,99
2	21,05	26,00	96,99
3	2,34	2,89	99,88
4	0,10	0,12	100,00

Embora já selecionados, nem todos os caracteres foram importantes para a variação global, pois o caráter peso de noz (PN) não apresentou correlação significativa com nenhuma das três variáveis canônicas de maior importância (Tabela 9). Isso pode ser devido à redundância de variáveis, ou seja, variável correlacionada com as outras três selecionadas, que explica o mesmo fenômeno. Os coeficientes de correlação obtidos demonstram a contribuição parcial de cada caráter para a divergência genética das populações.

Tabela 9: Coeficiente de correlação entre os caracteres e as três variáveis canônicas principais, ou seja, aquelas que explicam mais de 95% da variância total acumulada, com base nos quatro caracteres selecionados.

Caracteres Originais	V a r i á v e i s   C a n ô n i c a s		
	1	2	3
PN	0,7815	0,6238	0,0018
PA	-0,2750	0,2883	-0,9165*
DE	0,9250*	-0,3795	-0,0147
R	0,2769	-0,9162*	-0,2119

\* Significativo pelo teste de t ao nível de 5% de probabilidade

Na Tabela 10 são apresentados os autovetores correspondentes às três variáveis canônicas principais, referentes aos quatro caracteres selecionados.



Tabela 10: Autovetores das três variáveis canônicas principais, ou seja, aquelas que explicam mais de 95% da variação total acumulada, com base nos quatro caracteres selecionados.

Caracteres Originais	V a r i á v e i s C a n ô n i c a s		
	1	2	3
PN	0,5902	0,7784	0,0067
PA	-0,0592	0,1025	-0,9767
DE	0,8033	-0,5445	-0,0631
R	0,0540	-0,2953	-0,2048

Com base nesses resultados, verificou-se que todas as características selecionadas têm importância para o estudo da divergência entre as populações de coqueiro, embora o caráter peso de noz não tenha apresentado significância com nenhuma das variáveis canônicas principais (Tabela 9).

A Figura 4 apresenta o dendrograma para o agrupamento hierárquico pelo método do vizinho mais próximo com base na distância de Mahalanobis. Pode-se observar que as populações 1 (Pacatuba) e 3 (Merepe) são as menos divergentes entre si, e que a população 4 (Santa Rita) é a mais divergente em relação às demais, enquanto que as populações 2 (Praia do Forte) e 5 (São José do Mipibu) apresentaram divergência intermediária.

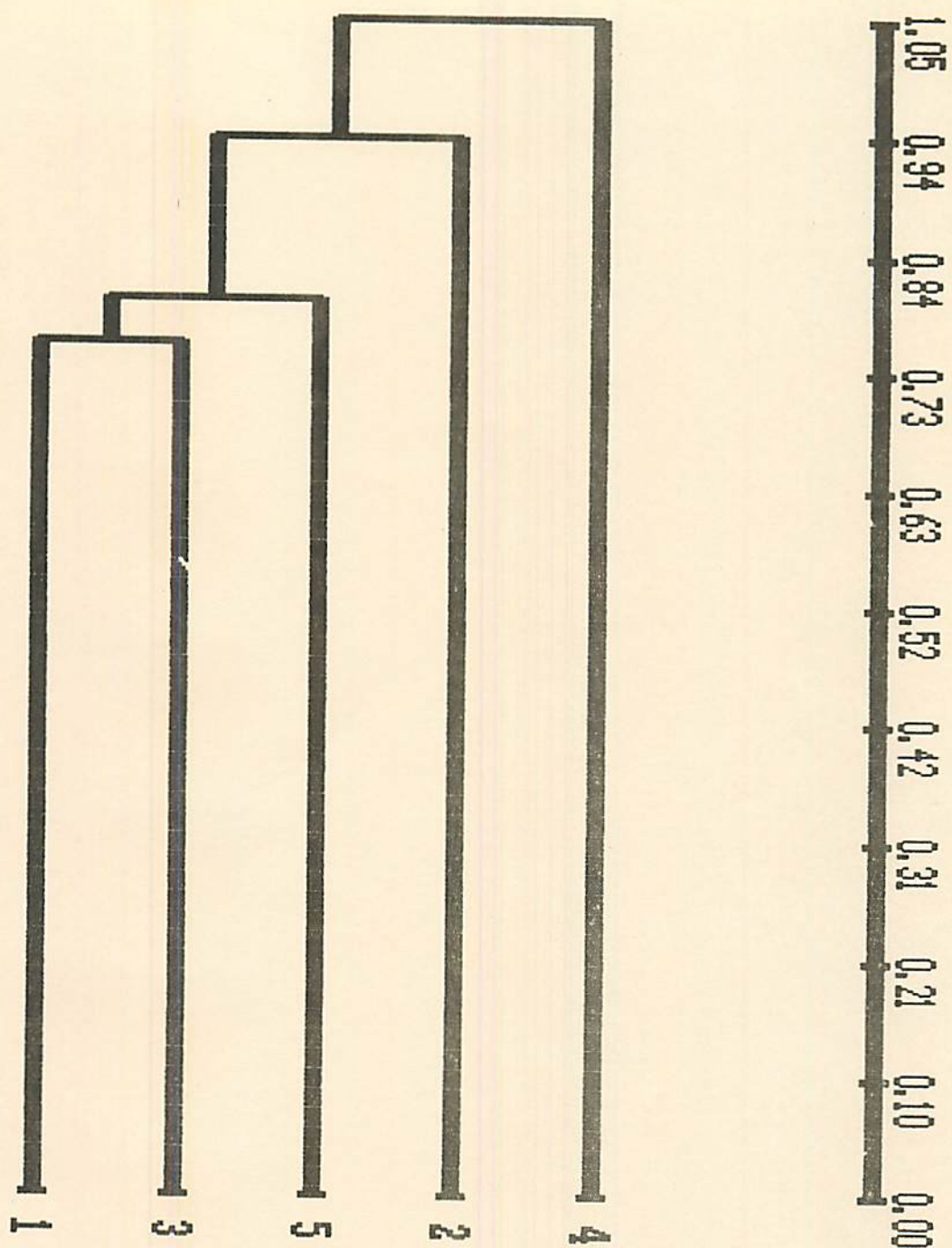


Figura 4: Dendrograma representativo da divergência genética entre cinco populações de Coqueiro Gigante do Brasil, obtido pelo método do vizinho mais próximo, a partir da distância de Mahalanobis, Aracaju, Sergipe. 1992/93.



A partir dos autovetores (Tabela 10) associados as variáveis canônicas principais foram obtidos também os escores das cinco populações. A dispersão gráfica dos escores, das duas variáveis canônicas principais estão apresentadas na Figura 5. Os escores foram plotados em um espaço bidimensional, onde a distância desses pontos é proporcional ao grau de dissimilaridade entre as populações. Subjetivamente as populações foram agrupadas em três conjuntos: O primeiro com a população 4 (Santa Rita), o segundo com a população 3 (Merepe) e o terceiro grupo com as populações 5 (São José do Mipibu), 1 (Pacatuba) e 2 (Praia do Forte). Comparando-se os resultados da dispersão gráfica dos escores e do dendrograma, obteve-se uma boa concordância, exceto para a população 1 (Pacatuba). Observou-se também, que a população 4 (Santa Rita) foi a população mais divergente em relação às demais, principalmente em relação à população 3 (Merepe).

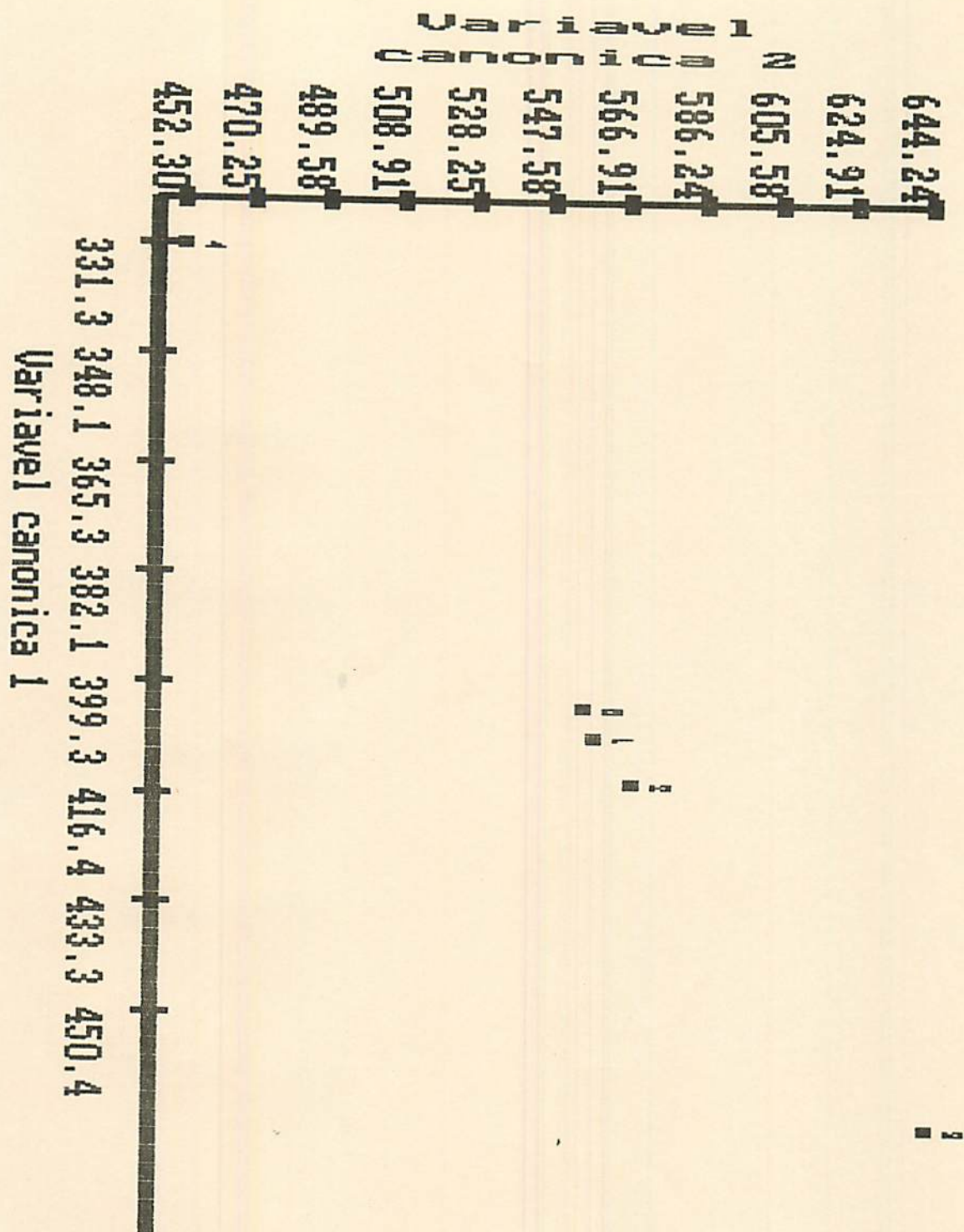


Figura 5: Dispersão gráfica dos escores em relação às duas primeiras variáveis canônicas mais importantes, para as cinco populações de Coqueiro Gigante do Brasil, Aracaju, Sergipe, 1992/93.



Para se ter uma boa medida da divergência genética é necessário obter dados de um grande número de caracteres (SOUSA, 1988; OLIVEIRA, 1989; PEREIRA, 1989 e FERREIRA, 1993). Na literatura há relatos de vários trabalhos em que foi avaliada a divergência genética utilizando-se técnicas de análises multivariadas cujo número de caracteres que apresentou redundância variou de acordo com a espécie. Assim, em trabalho conduzido com milho, FERREIRA (1993) encontrou, entre 19 caracteres, três redundantes. OLIVEIRA (1988) em estudo com feijão, avaliou nove caracteres e destes apenas dois foram redundantes. Em estudos realizados com mandioca, PEREIRA (1989) avaliou 28 caracteres e encontrou 14 redundantes. Já SOUSA (1988), avaliando divergência em arroz, utilizou 15 caracteres dos quais 10 apresentaram redundância.

Por outro lado BALAKRISHNAN & NAMBOODIRI (1987), em estudo com 24 ecotipos de Coqueiro Gigante, verificaram que de 17 caracteres apenas três tiveram a maior contribuição para a divergência total: número de flores femininas por inflorescência, teor de copra e peso de albúmen. Embora esses autores não tenham utilizado técnicas para descarte de variáveis, houve concordância entre seus resultados e os obtidos no presente trabalho, no que se refere ao peso de albúmen.

A comparação dos resultados do presente trabalho com a literatura deve levar em consideração a cultura e a natureza dos dados utilizados, uma vez que nesse caso foram tomados dados



apenas dos frutos e como já mencionado anteriormente muitos são correlacionados sobretudo por serem dependentes. Há de se ressaltar contudo, que apesar do pequeno número de caracteres envolvidos foi possível explicar mais de 95% da variação observada.

De um modo geral, todos os métodos utilizados para medir a divergência forneceram os mesmos resultados, uma vez que a variabilidade explicada pelos quatro caracteres foi quase total, e portanto dentro do esperado. Dentre esses métodos, um dos mais utilizados é a distância de Mahalanobis pois ela engloba toda a variação contida nas variáveis participantes.

Do exposto constata-se que há divergência entre as populações e a que apresentou maior distância genética das demais foi a de Santa Rita. Esse fato pode estar associado a uma maior diferença ecológica dessa região, o que contribuiu para uma maior sobrevivência de indivíduos mais adaptados, os quais se tornaram geneticamente diferentes das outras populações. Essa hipótese contudo é difícil de ser comprovada, haja visto que essas populações foram implantadas nessas regiões à mais de cinquenta anos, e não há relatos se elas foram oriundas de introduções independentes ou se uma população derivou de outra. É provável que naquelas regiões mais próximas onde o fluxo de material deve ser mais contínuo, os indivíduos possam ser aparentados.

Essas informações poderão ser utilizadas em programas



de melhoramento visando identificar pais para os programas de hibridação e também na escolha das populações para seleção fenotípica de indivíduos - seleção massal. É preciso salientar, contudo, que pelas razões já expostas, há uma certa limitação no uso dessas informações, pois nas medidas de divergência aqui relatadas não foram incluídas características da planta.

## 5-CONCLUSÕES

- 1-As populações que se mostraram mais promissoras com relação às características de fruto foram Merepe e Praia do Forte por apresentaram maior peso de copra.
- 2-Para se avaliar a divergência genética entre populações de coqueiro não há necessidade de se estudar muitos caracteres de fruto, pois dos dezenove utilizados no presente trabalho, a maioria foi redundante, sendo que as características peso de noz, peso de albúmen, diâmetro equatorial, percentagem de albúmen no fruto sem água, explicam mais de 95% da variação total.
- 3-As técnicas de medidas de divergência forneceram praticamente os mesmos resultados e apresentaram a população de Santa Rita como a mais distante geneticamente.



## 6-RESUMO

O presente trabalho foi realizado com a finalidade de estudar a divergência genética entre cinco populações de Coqueiros Gigantes do Brasil, utilizando técnicas de análise multivariada. As populações com mais de cinquenta anos, estão localizadas nos municípios de: Mata de São João - Ba, Pacatuba - SE, Ipojuca e Igarassu - PE e São José do Mipibu - RN. De cada população foram coletados três frutos de 96 plantas onde 19 caracteres foram analisados. As populações que se mostraram mais promissoras com relação às características de fruto foram Merepe e Praia do Forte que apresentaram maior peso de copra. Para se avaliar a divergência genética entre populações de coqueiro não há necessidade de se estudar muitos caracteres, pois dos dezenove utilizados no presente trabalho a maioria foi

redundante, sendo que as características que explicaram mais de 95% da variação foram: peso de noz, peso do albúmen, diâmetro equatorial e percentagem de albúmen no fruto sem água. As técnicas de medida de divergência, variáveis canônicas e distância de Mahalanobis, forneceram praticamente os mesmos resultados, mostrando uma semelhança na composição dos grupos e apresentando a população de Santa Rita como a mais distante geneticamente.



## 7-SUMMARY

### GENETIC DIVERGENCE AMONG TALL COCONUT (*Cocos nucifera* L.) of BRAZIL POPULATION

The purpose of this work was studying the genetic divergence among five populations of Tall Coconut of Brazil, by multivariate analysis techniques. The population have more fifty years and are located at Mata de São João - BA, Pacatuba - SE, Ipojuca and Igarassu - PE and São José do Mipibu - RN. It was collected three fruits from 96 plants by population and analysed 19 traits of fruits. The populations of Merepe and Praia do Forte showed the largest weight of copra. From 19 traits of fruits analysed only weight of nut, weight of albumen, equatorial diameter and albumen percentage on fruit without

water. Explained more than 95% of total variation; the others were redundant. To measure the genetic divergence, the canonical variate and the distance of Mahalanobis provided the same results, showing a similarity on composition of groups and presenting the Santa Rita population as the more divergent.



B-REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

01. ASCENSO, J. C. A agroindústria do coco no Brasil. Brasília, EMBRAPA/DEC, 1977. 31p.
02. BALAKRISHNAN, P. C. & NAMBOODIRI, K. M. N. Genetic divergence in coconut. Indian Coconut Journal, Ernakulam, 18(7):13-9, 1987.
03. BOURDEIX, R. La selection du cocotier *Cocos nucifera* L. Etude theorique et pratique' optimisation des strategies d'amelioration genetique. Paris, Universite de Paris Sud Centre D'Orsay, 1989. 193p. (Tese Doutorado).

04. BRONDANI, C. Análise de RFLP da tolerância à toxidez do alumínio. Lavras, ESAL, 1993. 78p. (Tese MS).
05. CANDOLLE, A. In: The origin and distribution of the cocoa palm. Contr. V. S. Nat. Herb., Washington, 70(2):257-93, 1901.
06. CHAN, E. Progress in coconut breeding in United Plantations .Behard, Malaysia. Oléagineux, Paris, 38(6):371-6, 1983.
07. CRUZ, C. D. Aplicações de algumas técnicas multivariadas no melhoramento de plantas. Piracicaba, ESALQ/USP, 1990. 188p. (Tese de Doutorado).
08. DIAS, B. C. Subsídios ao grupo de trabalho para a elaboração de diretrizes de política nacional de coco (*Cocos nucifera* L.). Maceió, CEPLAC, 1980. 15p.
09. EMPRESA BRASILEIRA DE PESQUISA AGROPECUARIA. Programa nacional de pesquisa de coco. Aracaju, 1987. 21p.
10. FALCONER, D. S. Introdução à genética quantitativa. Viçosa, U.F.V. Imprensa Universitária. 1987. 279p.



11. FERREIRA, D. F. Métodos de avaliação da divergência genética em milho e suas relações com os cruzamentos dialélicos. Lavras, ESAL, 1993. 72p. (Tese MS)
12. FRÉMOND, Y.; ZILLER, R. & NUCE de LAMOTHE, M. Le cocotier. Paris, Maisonneuve & Larose, 1966. 267p.
13. GASCON, J. P. & NUCE de LAMOTHE, M. Amélioration du cocotier: Méthod et suggestions pour une coopération internationale. Oléagineux, Paris, 31(11):479-81, 1976.
14. GODOI, C. R. de M. Análise estatística multidimensional. Piracicaba, ESALQ/USP, 1985. 187p.
15. GOMES, P. O coqueiro da praia. Rio de Janeiro, Serviço de Informação Agrícola, 1944. 120p.
16. GOMES, F. P. Curso de estatística experimental. 13. ed. Piracicaba, ESALQ/USP, 1990. 467P.
17. HALLAUER, A. R. & MIRANDA FILHO, J. B. Quantitative genetics in maize breeding. Ames, Iowa State University Press, 1981. 468p.

18. HARRIES, H. C. The evolution, dissemination and classification of *Cocos nucifera* L. Botanical Review., Lancaster, 44:266-319, 1978.
19. \_\_\_\_\_. Pratical identification of coconut varieties. Oléagineux, Paris, 36(2):63-72, 1981.
20. LIYANAGE, D. V. Identification of genotypes of coconut palms suitable for breeding. Experimental Agriculture, New York, 3(3):205-10, 1967.
21. MALUF, W. R. Perspectivas da aplicação da biologia molecular no melhoramento de plantas: o uso dos RFLP's. IN: TORRES, A. C. & CALDAS, L. S. Técnicas e aplicações da cultura de tecidos de plantas. Brasília, CNPH, 1990. p.381-9.
22. MALUF, W. R. & FERREIRA, P. E. Análise multivariada da divergência genética em feijão-vagem (*Phaseolus vulgaris* L.). Horticultura Brasileira, Brasília, 1(2):31-4, nov. 1983.
23. \_\_\_\_\_; \_\_\_\_\_ & MIRANDA, J. E. C. Genetic divergence in tomatoes and with relationship with heterosis for yield in F<sub>1</sub> híbrids. Revista Brasileira de Genética, Ribeirão Preto, 6(3):453-60, 1983.



24. MENON, K. P. V. & PANDALAI, K. M. The coconut palm: A monograph. Ernakulam-S, Indian Central Coconut Commitee, 1958. 384p.
25. MIKLAS, P. & KELLY, J. Identifying bean DNA polymorphisms using the polymerase chain reation. In: REPORT OF THE BEAN IMPROVEMENT COOPERATIVE, 35, Fort Collins, 1992. p. 21-2.
26. MIRANDA, J. E. C.; CRUZ, C. D. & COSTA, C. P. Predição do comportamento de híbridos de pimentão (*Capsicum annuum* L.) pela divergência genética dos progenitores. Revista Brasileira de Genética, Ribeirão Preto, 11(4):929-37, 1988.
27. NEGRILLO, B. G. & PERRE, M. A. Métodos multivariados e aplicações. Londrina, UEL, 1987. 88p.
28. NUCÉ de LAMOTHE, M. & WUIDART, W. Les cocotiers grands a Port-Bouët (Côte-d'Ivoire) 2 - Grand Rennell, Grand Salomon, Grand Thailand, Grand Nouvelles-Hébrides. Oleagineux, Paris, 36(7):353-65, 1981.
29. \_\_\_\_\_; \_\_\_\_\_ & ROGNON, F. Premier bilan de 12 années de recherches génétiques sur le cocotier em Côte-d'Ivoire. Oleagineux, Paris, 35(3):131-40, 1980.

- 30 OLIVEIRA, E. J de. Análise multivariada no estudo da divergência genética entre cultivares de feijão (*Phaseolus vulgaris* L.) Viçosa, UFV, 1989. 91p. (Tese MS)
- 31 PATEL, J. S The coconut: A monograph. Madras Government Press, 1938. 313p.
32. PEREIRA, A. V Utilização de análise multivariada na caracterização de germoplasma de mandioca (*Manihot sculenta* Crantz). Piracicaba, ESALQ/USP. 1989. 180p. (Tese de Doutorado).
33. PURSEGLOVE, J. W. The origin and distribution of the coconut. Tropical Science, London, 10(4):191-9, 1968.
34. \_\_\_\_\_. Tropical crops monocotyledons. London, Longman, 1972. 607p.
- 35 RAVEENDRA, T S.; RAMANATHAN, T.; NALLATHAMBI, G. & VIJAYARAGHAVAN, H. Metrograph analysis in coconut (*Cocos nucifera* L ). Cocos, Islands, 5:32-8, 1987.



36. RESENDE, R. M. S. Aplicação de técnicas de análise multivariada e eletroforese de isoenzimas em estudos de relações fenéticas no género *Laelia* seção *Parviflorae*. Piracicaba, 1991. 130p. (Tese MS).
37. ROGNON, F. Biologie florale du cocotier durée et succession des phases mâles et femelles chez divers types de cocotiers. Oléagineux, Paris, 31(1):13-8, 1976.
38. SANGARÉ, A.; LE SANT, J. P. & NUCE de LAMOTHE, M. Les cocotiers grands à Port- Bouët (Cote-d'Ivoire) 3 - Grand Cambodge, Grand Tonga, Grand Rotuma. Oléagineux, Paris, 39(4):205-13, 1984.
39. ——— ; ROGNON, F. & NUCE de LAMOTHE, M. Les phases mâles et femelles de l'inflorescence de cocotier: Influence sur le mode de production. Oléagineux, Paris, 33(12):609-17, 1978.
40. SANTOS, G. A.; CANO, S. B.; CRUZ, B. V.; ILAGAN, M. C. & BAHALA, R. T. Coconut germplasm collection in the Phillipines. Phillipine Journal of Coconut Studies, Manila, 9(1):1-9, 1984.

41. SANTOS, J. B. dos; NIENHUIS, J.; SKROCH, P.; TIVANG, J. & SLOCUM, M. K. Comparison of RFLP and RAPD molecular markers in estimating genetic distance among *Brassica oleracea* L. lines. In: International Crop Science Congress, 1, Ames, 1992. Abstracts... Ames, IOWA, 1992. p.62.
42. SILVA, R. G. da. Métodos de genética quantitativa aplicados ao melhoramento animal. Ribeirão Preto, Sociedade Brasileira de Genética, 1982. 162p.
43. SIQUEIRA, E. R. de Caracterização de população de Coqueiros-Gigantes-do-Brasil para coleta de sementes. Aracaju, EMBRAPA. CNPCo, 1988a. 11p. (EMBRAPA-CNPCo, Documentos, 8).
44. ————. Recomendações técnicas para prospecção genética do Coqueiro Gigante do Brasil. Aracaju, EMBRAPA-CNPCo, 1988b. 15p. (EMBRAPA-CNPCo, Documentos, 9).
45. ———— & FRANÇA - DANTAS, M. C. Melhoramento genético do Coqueiro. Aracaju, EMBRAPA-UEPAE de Aracaju, 1984. 19p. (EMBRAPA-UEPAE de Aracaju, Documentos, 2).



46. SKROCH, P. W.; SANTOS, J. B. dos & NIENHUIS, J. Genetic relationships among *Phaseolus vulgaris* genotypes based on RAPD markers data. In: REPORT OF THE BEAN IMPROVEMENT COOPERATIVE, 35, Fort Collins, 1992. p.23-4.
47. SOUSA, N. R. Divergência genética e correlações em cultivares de arroz (*Oryza sativa* L.) em diferentes níveis de competição com plantas daninhas. UFV. 1988. 83p. (Tese MS).
48. VARGAS, C. A. Caracterización del fruto de tres variedades y dos híbridos de cocotero (*Cocos nucifera* L.) en Costa Rica. Corbana, Turrialba, 15(35):19-24, 1991.
49. VENCOVSKY, R. Herança quantitativa. In: Melhoramento e produção do milho. Fundação Cargill, Campinas, v.1. Cap.5, p.137-216, 1987.
50. ——— & BARRIGA, P. Genética biométrica no fitomelhoramento. Ribeirão Preto, Revista Brasileira de Genética, 1992. 486p.
51. WALLACE, A. R. IN: The origin and distribution of the cocoa palm. Contr. U. S. Nat. Herb., Washington, 70(2):257-93, 1901.

52. WHITEHEAD, R. A. Coconut. In: SIMMONDS, N. W., ed. Evolution of crop plants. London, Longman, 1976. p.219-324.
53. WUIDART, W. & ROGNON, F. L'analysis de composante de la noix de cocotier: Méthode de détermination du coprah. Oléagineux, Paris, 33(5):225-33, 1978.