



**UNIVERSIDADE ESTADUAL DE FEIRA DE
SANTANA**



**PROGRAMA DE PÓS-GRADUAÇÃO EM RECURSOS GENÉTICOS
VEGETAIS**

KAMILA MARCELINO BRITO SOBRAL

**CARACTERIZAÇÃO MORFOAGRONÔMICA E QUÍMICA DE
ACESSOS DE COQUEIRO-ANÃO E COQUEIRO-GIGANTE**

Feira de Santana – BA

2017

KAMILA MARCELINO BRITO SOBRAL

**CARACTERIZAÇÃO MORFOAGRONÔMICA E QUÍMICA DE
ACESSOS DE COQUEIRO-ANÃO E COQUEIRO-GIGANTE**

Tese apresentada ao Programa de Pós-Graduação em Recursos Genéticos Vegetais, da Universidade Estadual de Feira de Santana, como requisito parcial para obtenção do Título de Doutor em Recursos Genéticos Vegetais.


Orientador: Dr. Manoel Abilio de Queiroz

Co-orientadora: Dra. Semíramis Rabelo
Ramalho Ramos

Feira de Santana - BA

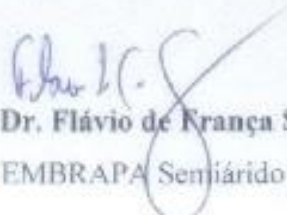
2017

BANCA EXAMINADORA



Prof. Dr. Messias Gonzaga Pereira

Universidade Estadual do Norte Fluminense Darcy Ribeiro - UENF



Prof. Dr. Flávio de França Souza

EMBRAPA Semiárido



Prof. Dr. Ronaldo Simão de Oliveira

Universidade Estadual de Feira de Santana



Profa. Dra. Adriana Rodrigues Passos

Universidade Estadual de Feira de Santana



Prof. Dr. Manoel Abílio de Queiroz

Universidade do Estado da Bahia

Orientador e Presidente da Banca

Feira de Santana – BA

2017

Ficha Catalográfica – Biblioteca Central Julieta Carteado

Sobral, Kamila Marcelino Brito

S66c Caracterização morfoagronômica e química de acessos de coqueiro-anão e coqueiro-gigante / Kamila Marcelino Brito Sobral. – Feira de Santana, 2017.

95 f.

Orientador: Manoel Abilio de Queiroz.

Coorientadora: Semíramis Rabelo Ramalho Ramos.

Tese (doutorado) – Universidade Estadual de Feira de Santana, Programa de Pós-Graduação em Recursos Genéticos Vegetais, 2017.

1. *Cocos nucifera*, L – Aspectos genéticos. 2. Coqueiro-anão. 3. Coqueiro gigante. I. Queiroz, Manoel Abilio de, orient. II. Ramos, Semíramis Rabelo Ramalho, coorient. III. Universidade Estadual de Feira de Santana. IV. Título.

CDU: 634.616

“Aos meus pais, Dionísio e Gírlene, por todo amor, apoio e dedicação, ofereço. ”

“Ao meu esposo Hercílio por todo amor, incentivo e apoio incondicional, dedico ”

AGRADECIMENTOS

À Deus por ter me dado saúde e força para realizar este trabalho.

Ao meu marido, Hercílio, por toda dedicação, companheirismo, amizade, paciência, compreensão, e por ter você sempre ao meu lado, consegui finalizar este trabalho. Obrigada por ter feito do meu sonho o nosso sonho!

Aos meus pais Dionísio e Girlene que sempre me motivaram e apoiaram em todos os momentos da minha vida.

A Dra. Semíramis Rabelo Ramalho Ramos, minha sempre orientadora e amiga, muito obrigada por ter me apresentado os Recursos Genéticos Vegetais, pela confiança, por todos os conselhos e ensinamentos, pela contribuição no meu crescimento profissional e pessoal, sou grata imensamente por todos esses anos.

Ao meu orientador, Professor Dr. Manoel Abílio pelos ensinamentos, pela presença constante durante a execução do trabalho, por ter me proporcionado mesmo que ainda pequena minha independência estatística e por ter contribuído para meu amadurecimento profissional, serei sempre grata pela oportunidade de ter trabalhado com o senhor, muito obrigada.

As minhas famílias Menezes, Brito, Marcelino e Sobral, pelo apoio e compreensão nas horas em que estive ausente.

A Tia Isa, Tio Joaquim e minhas primas Lívia e Lise por me receberem com tanto carinho e atenção durante toda estadia em Feira de Santana para que pudesse cursar as disciplinas com tranquilidade, foi maravilhoso morar com vocês, obrigada.

À Secretaria de Educação do Estado de Sergipe pela licença de estudo concedida.

À Universidade Estadual de Feira de Santana pela formação acadêmica.

Aos professores do programa de Pós-Graduação em Recursos Genéticos Vegetais por terem compartilhado seus conhecimentos.

A Embrapa Tabuleiros Costeiros pelo apoio financeiro, logístico e estrutural, que foi de extrema importância para a realização deste trabalho.

A equipe do Campo Experimental de Itaporanga formada pelos técnicos agrícolas Erivaldo e Cleverson, aos operadores rurais José Eduardo, Antônio Nascimento, Jaconias Ferreira, Manoel Messias, Esivaldo da Conceição, Julio dos Santos, Edinilson dos Santos, Erivan Ferreira, agradeço imensamente pelo auxílio na realização das atividades de campo e por todos os anos de convivência, muito obrigada.

Ao analista e amigo Bruno Cardoso por toda dedicação e contribuição desde a elaboração, execução e finalização de todas as atividades ligada ao estudo do óleo de coco, muito obrigada por todos os ensinamentos, conselhos, paciência e ajuda nas horas de aperreio.

Aos estagiários e bolsistas da Embrapa Tabuleiros Costeiros que me auxiliaram durante a execução do trabalho: Daniela Nascimento, Elian Suelen de Jesus, Jéssica Andrade, Laís Regina, Tairan Eutimio, Maiara Santos, Yasmin Soares, Roseane Silva, muito obrigada.

Aos analistas e técnicos da Embrapa Tabuleiros Costeiros, que me ajudaram em algum momento do trabalho dando suporte laboratorial, com conselhos e ensinamentos profissionais. Especialmente ao Robson Dantas, Daniel Oliveira, Silvio Gomes, Inácio Andrade, Kênia Moura e Antônio Fernando.

Aos meus amigos do curso Recursos Genéticos Vegetais, turma maravilhosa que irá permanecer em minha memória.

Minhas amigas: Rita Mércia, Tecla, Flávia e Luma, muito obrigada por todo apoio nas horas do desespero, por todas as risadas e todos os momentos que passamos juntas.

Ao Dr. Wilson Aragão, pela orientação desde o mestrado, por todos ensinamentos e parceria na execução dos trabalhos com a cultura do coco.

Ao professor Izaías e Mariana pelos ensinamentos estatísticos, pelo apoio e suporte em todos os momentos de execução das análises dos dados, assim pude me tornar mais independente, muito agradecida.

Ao amigo, Ronaldo Simão por todo suporte estatístico e contribuição nas discussões do trabalho.

Ao professor Dr. Carlos Ledo Silva pela contribuição estatística.

Finalmente agradeço a todos que contribuíram direta ou indiretamente para a realização deste trabalho.

RESUMO

SOBRAL, KAMILA MARCELINO BRITO. **Caracterização morfoagronômica e química de acessos de coqueiro-anão e coqueiro-gigante.** 2017. 95p. Tese (Doutorado em Recursos Genéticos Vegetais) - Universidade Estadual de Feira de Santana (UEFS), Feira de Santana, BA, 2017.

A variabilidade genética da espécie *Cocos nucifera*, L. existente no Brasil está conservada no Banco Internacional de Germoplasma de Coco para América Latina e Caribe (ICG-LAC), localizado em Neópolis e Itaporanga d'Ajuda em Sergipe, Brasil. Desde a implementação do ICG-LAC alguns estudos têm sido realizados. No entanto, esse germoplasma precisa ser estudado em profundidade desde a caracterização morfoagronômica, química e molecular para se estimar a diversidade genética dos acessos. Assim, o objetivo do trabalho foi caracterizar e avaliar morfoagronomicamente e quimicamente acessos de coqueiro-anão e gigantes. Os experimentos foram conduzidos com oito acessos de coqueiros-gigantes em um ciclo de cultura e usando 34 descritores quantitativos e com seis acessos de coqueiros-anões em três ciclos da cultura utilizando-se 19 descritores de frutos e 11 descritores de folha. Os dados obtidos foram submetidos a análises univariadas e multivariadas usando o programa GENES e Selegem. Entre os acessos de coqueiros-gigantes avaliados os mais dissimilares pelas características agrônômicas foram o Gigante-de-Rotuma e Gigante-do-Oeste-Africano, e estes podem ser indicados como genitores para programas de melhoramento. Foi encontrada também encontrada variabilidade genética entre os acessos de coqueiro-anão do banco ICG-LAC, divergência essa que se mostrou consistente nas análises individuais e conjuntas, incluindo uma análise de máxima verossimilhança restrita (REML) usando uma amostra descritores morfológicos. Os 14 acessos de coqueiros (oito de gigantes e seis de anões) foram analisados quanto ao teor de óleo e seus componentes em um ciclo de cultura em dois experimentos separados. Constatou-se que alguns acessos de coqueiros-anões apresentaram teor de óleo próximos dos valores obtidos pelos coqueiros-gigantes. Assim, os melhores acessos podem ser

explorados tanto para água de coco como para a produção de óleo e são parentais potenciais para uso em programas de melhoramento do coqueiro.

Palavras-chaves: *Cocos nucifera* L., recursos genéticos vegetais, melhoramento, variabilidade genética, óleo de coco.

ABSTRACT

SOBRAL, KAMILA MARCELINO BRITO. **Agronomic and chemical evaluation of dwarf and tall coconut accessions**, 2017. 95p. Tese (Doutorado em Recursos Genéticos Vegetais) - Universidade Estadual de Feira de Santana (UEFS), Feira de Santana, BA, 2017.

The genetic variability of the species *Cocos nucifera* L. that existing in Brazil is conserved in the International Coconut Germplasm Bank for Latin America and Caribe (ICG-LAC), which is located in the counties of Neopolis and Itaporanga d' Ajuda in the state of Sergipe, Brazil. Since from the establishment of the ICG-LAC some studies were carried out. However, this germplasm needs to be studied in depth comprising the morphoagronomical characterization, chemical and molecular evaluation in order to allow to estimate the genetic variability of the accessions. Thus, the aim of this work was to characterize morphologically coconut accessions (dwarfs and tall). The trials were carried out with eight tall coconut accessions in one cycle of production using 34 quantitative descriptors and with six dwarf coconut accessions in three cycles of production using 19 descriptors of fruits and 11 leaf descriptors. The data obtained were subjected to univariate and multivariate analyses using the software GENES and Selegem. Among the accessions of tall coconuts the most dissimilar ones considering the morphoagronomical characters were Gigante-de-Rotuma and Gigante-do-Oeste Africano and they can be indicated as parents for coconut breeding programs. It was also found a great genetic variability among the

coconut dwarf accessions of the ICG-LAC Bank, and this divergence was found to be consistent in the individual and joint analyses, including an analysis of maximum likelihood restricted (REML) taking into account a sample of morphological descriptors. The 14 coconut accessions (eight tall and six dwarfs) were used to perform a chemical evaluation of oil and their components in a cycle of crop production in two different field trials. It was found that some dwarf coconut accessions presented values of oil content similar to coconut tall accessions. Therefore, the best accessions can be exploited for coconut water as well as for production of oil and they can be selected as potential superior parents to be used in coconut breeding program.

Key-words: *Cocos nucifera* L, plant genetic resources, breeding, genetic variability, coconut oil.

Sumário

RESUMO	
ABSTRACT	
1.Introdução	1
2.Referencial Teórico.....	3
2.1.Importância Econômica.....	3
2.2. Botânica.....	5
2.3.Origem, introdução e evolução da cocoicultura no Brasil.....	7
2.4.Recursos Genéticos de Coqueiro.....	11
2.5.Caracterização morfoagronômica e molecular.....	13
2.6.Caracterização e avaliação química em coqueiro.....	15
3. Referência Bibliográfica.....	20
Capítulo1: Diversidade genética entre acessos de coqueiro-gigante.....	27
Resumo.....	28
Abstract.....	29
1.1.Introdução.....	30
1.2.Material e Métodos.....	31
1.3.Resultados e Discussão.....	34
1.4.Conclusões.....	46
Referência Bibliográfica	47
Capítulo 2: Variabilidade genética em acessos de coqueiro-anão	50
Resumo.....	51
Abstract.....	52
2.1. Introdução.....	53
2.2. Material e Métodos.....	54
2.3. Resultados e Discussão.....	57
2.4.Conclusões	67
Referência Bibliográfica	68
Capítulos 3: Avaliação do óleo virgem em diferentes acessos de coqueiro.....	71
Resumo.....	72
Abstract.....	73
3.1.Introdução.....	74
3.2.Material e Métodos.....	76
3.3.Resultados e Discussão.....	83
3.4.Conclusões	91
Referência Bibliográfica	91
Considerações Finais	95

1.INTRODUÇÃO

O coqueiro (*Cocos nucifera* L.) é considerado uma das mais importantes oleaginosas do mundo, tendo em vista a quinta posição que ocupa na produção mundial dos principais óleos vegetais. Estima-se uma área plantada de 11,6 milhões de hectares distribuída por 86 países com uma produção de 8,4 milhões de toneladas de copra (albúmen desidratado a 6% de umidade) e 35,8 milhões de toneladas de frutos (PERSLEY, 1992).

A base genética do coqueiro-gigante no Brasil é formada pelo germoplasma que se estabeleceu durante o processo de colonização, a partir de 1553, e mais recentemente pelos frutos importados da Costa do Marfim na década de 80, para implementação de Bancos de Germoplasma de coco. No coqueiro, ocorre uma única espécie e três variedades (*nana*, *aurantiaca* e *typica*). Portanto, conhecer a variabilidade genética entre e dentro dos acessos de coqueiro é um valioso instrumento que poderá ajudar na adoção de práticas mais eficientes de conservação e na identificação de características de interesse para o melhoramento genético da espécie (LOIOLA, 2014).

Como outras espécies, o coqueiro vem sofrendo perda de seus ambientes naturais e a ocorrência de erosão genética, influenciada pela ação antrópica crescente principalmente na região litorânea é um fato bem estabelecido. Devido a estes problemas e a necessidades de pesquisas envolvendo a cultura foi formada a Rede Internacional de Recursos Genéticos de Coco (COGENT), que é composta por cinco Bancos Internacionais de Germoplasma de Coco que atendem às regiões Sudeste e leste da Ásia, Sul da Ásia, Pacífico Sul, África e Oceano Índico e América Latina e Caribe (BATUGAL e JAYASHREE, 2005). O Banco de Coco (BAG) para América Latina e Caribe, está sob a responsabilidade da Embrapa Tabuleiros Costeiros (CPATC), que desde 2006, faz parte da Rede Internacional de Recursos Genéticos de Coco.

No Brasil, a cultura praticamente está representada por duas variedades, sendo que acessos de coqueiro-gigante são utilizados nas indústrias que possuem como objetivo abastecer o mercado consumidor de leite de coco, coco seco (ralado) e óleo de coco e os acessos de coqueiro-anão responsáveis pela produção de água-

de-coco, a qual basicamente utiliza somente o acesso anão-verde-Brasil-de-Jiqui (AVeBrJ). A produção de coco seco no Brasil é obtida, em sua maioria, a partir de plantios semi-extrativistas de coqueiros da variedade gigante e/ou “mestiços”, resultado do cruzamento aleatório entre plantas. Ao contrário do que se verifica na maioria dos países produtores, onde o coco é utilizado na forma de copra para a produção de óleo, no Brasil a maior parte da produção de coco seco é consumida *in natura*, utilizado na culinária local e na indústria processadora, dando origem ao coco ralado e outros derivados (leite de coco, doces, etc.) (FONTES; WANDERLEY; 2006).

No que se refere ao mercado de água de coco, a crescente demanda registrada nos últimos anos gerou uma grande mudança de cenário da cultura do coqueiro no Brasil. Nessa perspectiva ocorreu a implantação de grandes projetos em perímetros irrigados utilizando a variedade de coqueiro anão-verde, além da implementação de cultivo em regiões não tradicionais, como os Estados da região Sudeste (destaque para o Espírito Santo e o Rio de Janeiro) e do Centro-Oeste (FONTES; WANDERLEY; 2006).

No Banco Internacional de Germoplasma de coco para América Latina e Caribe (ICG-LAC), são conservados 26 acessos de coqueiro, sendo 19 gigantes e sete anões e após sua implantação alguns trabalhos iniciais foram realizados caracterizando e avaliando estes acessos, obedecendo às determinações internacionais. Dentre os primeiros trabalhos envolvendo a caracterização morfológica tem-se o trabalho de Aragão et al. (1998) que caracterizaram seis acessos de coqueiro-anão utilizando sete descritores de frutos; Tupinambá e Bueno (1999) caracterizaram formato, tamanho e cor de frutos de acessos de anões e gigantes; Sobral et al. (2012) caracterizaram, utilizando 38 descritores quantitativos e 11 qualitativos, seis acessos de anões do Banco, porém, os descritores foram registrados em apenas um ciclo de cultivo. Daher et al. (2002) utilizaram a técnica de RAPD em seis acessos de anões. Em outros dois trabalhos Ribeiro et al. (2010; 2013) usaram o marcador SSR em 10 acessos de gigante e Loiola et al. (2016) avaliaram a população do gigante-da-Praia-do-Forte (GBrPF) usando marcadores SSR. Estes resultados puderam auxiliar os trabalhos iniciais do melhoramento da cultura, nos quais iniciaram-se as primeiras seleções de acessos para produção de

híbridos que fossem mais produtivos e superiores quanto às características de importância comercial: produção de frutos/planta/ano, produtividade de óleo, frutos com maiores pesos de albúmen sólido como se pode encontrar nos trabalhos de avaliação de Aragão et al. (2001); Aragão e Santos (2005) e Alves et al. (2005).

No entanto, os trabalhos realizados, ora usaram poucos descritores, ora utilizaram vários descritores, porém, os dados foram registrados apenas em um ciclo da cultura e, principalmente, os trabalhos quase sempre foram conduzidos sem a observância dos estudos básicos que regem a análise de dados com os recursos genéticos vegetais. Assim, para que se possa ter informações de caracterização mais consistentes, foi necessário realizar uma caracterização morfológica em uma amostra de acessos de coqueiros-gigantes do Banco e também realizar registro de descritores em diferentes ciclos sequenciados para estudo de frutos verdes e secos dos acessos de coqueiros-anões. Adicionalmente, foi realizada avaliação de frutos secos de acessos de coqueiros-gigantes e coqueiros-anões a fim de se ter uma visão dos dois tipos de coqueiros quanto ao teor de óleo extra virgem e seus componentes químicos. É esperado que os dados obtidos, quando completamente analisados, possam fornecer subsídios importantes para a identificação de tipos superiores para os estudos de melhoramento, seja para utilização de acessos diretamente, ou até plantas individuais dentro dos acessos para se estabelecer alguns cruzamentos visando combinar a características agrônômicas importantes para o melhoramento da cultura do coco. Parte dos dados são relatados em três capítulos, descritos a seguir, no presente trabalho.

2. REFERENCIAL TEÓRICO

2.1. IMPORTÂNCIA ECONÔMICA

O coqueiro é uma cultura que apresenta ampla versatilidade de uso e uma das mais úteis do mundo, principalmente para pessoas que vivem nas regiões tropicais. Ela não fornece só alimentos como água e óleo, mas outras partes, pois suas folhas podem ser utilizadas para fazer telhados, suas fibras para cordas e tapetes, do estipe pode-se obter a madeira para fabricação de móveis ou para

queima como combustível e da seiva pode-se obter o açúcar (OLHER, 1984), hoje procurado devido seu baixo poder glicêmico.

Como uma das principais culturas dos trópicos úmidos, é cultivada por 11 milhões de agricultores, em sua maioria pobres em recursos financeiros e alimentícios, com grande produção nas Filipinas, Indonésia, Índia, Brasil e Sri Lanka (KUMAR, 2011). Entre os principais produtores da cultura do coco encontra-se a Indonésia, como maior produtor mundial de frutos com produção de 18.300.000 toneladas, seguido por Filipinas e Índia com produção de 15.353.200 e 11.930.000 toneladas, respectivamente (FAOSTAT, 2014). O Brasil ocupa a quarta colocação, com uma produção de 2.820.468 toneladas em uma área plantada de 257.157 mil ha (FAOSTAT, 2014).

A região Nordeste do Brasil foi responsável pela produção de 1.305.684 toneladas de frutos (IBGE, 2015). Os maiores produtores do Nordeste são os Estados da Bahia, Ceará e Sergipe (AGRIANUAL, 2014).

Apesar de quase todas as partes do coqueiro serem economicamente importantes, com um mercado global anual de US \$ 1,2 bilhões, o óleo é o produto de maior valor, com consumo global anual de 3,5 milhões de toneladas. Entre os maiores importadores pode-se citar os países da União Europeia e Estados Unidos os quais são responsáveis por um volume importado de cerca de 51% e 33%, respectivamente (KUMAR, 2011).

Quanto à produção mundial de óleo de coco, destaca-se a Indonésia com a produção de 929.600 toneladas, seguidos pela Filipinas (1.291.642 t), Índia (391.600 t), Sri Lanka (54.600 t) e Brasil (2.000 t) (FAOSTAT, 2014). Apesar de ser o quarto produtor mundial da cultura, o Brasil encontra-se incipiente na produção e consumo de copra e óleo, devido a fatores culturais de alimentação e poucos estudos visando o comportamento oleico das cultivares utilizadas nos sistemas produtivos.

A partir da década de 90, com a conscientização da população mundial para o consumo de produtos naturais, verificou-se grande crescimento da exploração do coqueiro anão, visando à produção do fruto verde para o consumo de água (SENHORA, 2003). O crescente consumo de água de coco e a possibilidade de exportação para alguns países europeus tiveram como consequência a expansão da área cultivada, com a variedade de coqueiro-anão, devido à maior aceitação dos

frutos para consumo de água, maior precocidade e produção de frutos, além de menor altura da planta, que favorece a colheita. O consumo brasileiro atual de água de coco é, preferencialmente, de frutos de coqueiros anões colhidos nas idades de 6 e 7 meses. Esses frutos, além de apresentarem normalmente maiores rendimentos de água, possuem um valor sensorial de sabor adocicado superior, devido aos maiores teores de glicose e frutose (ARAGÃO, 2002).

2.2. BOTÂNICA

O coqueiro pertence à classe Monocotiledônea, ordem *Palmales*, família *Arecaceae* (família *Palmae*), subfamília *Cocoideae*, as quais incluem 27 gêneros e 600 espécies (FOALE, 2009). É uma espécie diploide, contendo 32 cromossomos ($2n=32$), sendo constituída apenas pela espécie *Cocos nucifera* L. e por três variedades: *typica* (coqueiro-gigante), *nana* (coqueiro-anão) e *aurantiaca* (coqueiro-intermediário) (LIYANAGE, 1958). A variedade *nana* é composta pelas cultivares amarela, verde, vermelho da Malásia e vermelho de Camarões (OHLER, 1984).

O coqueiro possui sistema radicular fasciculado, caule do tipo estipe, não ramificado. O crescimento do estipe pode variar de acordo com a variedade, condições climáticas e de solo. Entretanto, a variedade anã possui estipe de menor tamanho que o gigante e estes podem alcançar de 12 a 24 m de altura (MENON; PADALAI, 1958)

As folhas são do tipo penada, composta de pecíolo, que continuam pela ráquis, onde se fixam os folíolos. Uma folha chega a medir seis a sete metros de comprimento e apresentar de 200 a 300 folíolos. O coqueiro pode emitir cerca de 12 a 16 folhas ao ano, a depender da variedade e condições encontradas. A copa pode apresentar de 30 a 40 folhas para os coqueiros-gigantes e 25 a 28 folhas nos coqueiros-anões (OHLER, 1984).

As inflorescências são chamadas de espatas e compostas por pedúnculo, espiga, flores masculinas e femininas. O número de inflorescências é acompanhado geralmente pela emissão das folhas, apresentando em torno de 12 emissões por ano nos gigantes e de 17 a 19, nos anões (MENON; PADALAI, 1958). O fruto é uma drupa formada pelo epicarpo, mesocarpo e endocarpo, onde se encontra a semente

protegida pelo albúmen líquido e sólido (OHLER, 1984). Os frutos podem variar de tamanho, cor e formato, estes auxiliam a identificação das variedades.

A variedade anã apresenta um crescimento vegetativo lento e produz um grande número de frutos pequenos (150 a 200 frutos/planta/ano) e com vida útil econômica entre 30 e 40 anos. É uma variedade autógama precoce, iniciando florescimento, em média, com três anos, podendo florescer mais cedo, dependendo da aplicação adequada de tecnologias, como sistema de irrigação e manejo constante (ARAGÃO et al., 1999). A planta tem estipe estreito com circunferência média de 56 centímetros e atinge altura média de 10,7 metros. As folhas são curtas com comprimento em torno de quatro metros. Os frutos são, geralmente, pequenos e são requeridos de 9.000 a 12.000 frutos para produzir uma tonelada de albúmen desidratado. As plantas se desenvolvem bem em solos profundos, férteis e em regiões com precipitação bem distribuída (SIQUEIRA et al., 2002).

O coqueiro-gigante é uma variedade de porte elevado e de ciclo tardio, iniciando o florescimento entre cinco a sete anos, em condições ecológicas ideais. Produz frutos de tamanho médio a grande (60 a 80 frutos/planta/ano). É alógamo, pois neste tipo de reprodução todas as flores masculinas se tornam aptas num período em torno de 20 dias após a abertura natural da inflorescência e só após esse período é que se inicia a fase feminina, a qual se dá pela abertura da flor feminina (protandria). De forma que, em uma população de coqueiro-gigante, normalmente, as plantas cruzam entre si, e raramente ocorre a autofecundação. Conseqüentemente, as populações devem apresentar maior variabilidade genética que os anões (ARAGÃO et al., 2009)

Do cruzamento dentro da variedade e entre as variedades, obtêm-se os híbridos intravarietais e intervarietais, respectivamente. Os sistemas reprodutivos dos híbridos intravarietais dos anões e gigantes são autógamos e alógamos, respectivamente, portanto iguais aos parentais correspondentes. Já o sistema dos híbridos intervarietais é misto comparando com o sistema dos respectivos parentais, isto é, pode correr taxas elevadas tanto de autofecundação, quanto de cruzamento (ARAGÃO et al., 2009).

2.3. ORIGEM, INTRODUÇÃO E EVOLUÇÃO DA COCOICULTURA NO BRASIL

Argumentos fornecidos por De Candolle (1855), citado por Ohler (1984), indicam que a origem do coco é asiática, baseada nas correntes marítimas, nas rotas de navegação, em presença de variedades gigante comuns na Ásia e utilização cultural do coco. De acordo com Purseglove (1972), o coqueiro teria se originado e sido domesticado na Malásia, onde foi amplamente distribuído em tempos pré-históricos para o Continente Asiático, África Oriental e Panamá antes de 1492. Posteriormente, sementes teriam sido levadas para a Costa Atlântica da América, África e outras áreas tropicais, onde encontraram as condições adequadas para o seu desenvolvimento. Harris (1990) fazendo revisão de literatura, registros paleontológicos e etnobiológicos, relata que o centro de origem e de domesticação do coco encontra-se no Sudeste Asiático, incluindo a Península da Malásia, Indonésia, Filipinas e Nova Guiné. Harries e Clement (2014) apoiam a ideia de que a espécie teria se originado, evoluindo e ocorrendo a dispersão de suas sementes por flutuação por meio de correntes marítimas e mais tarde foi domesticada, sendo originária de ecossistemas de atóis de corais. Este ecossistema ocorre em todo o mundo entre os trópicos de Câncer e Capricórnio onde as águas são rasas e claras o suficiente para a luz atingir o fundo.

No Brasil, o coqueiro-gigante foi introduzido no século XVI, na região de Praia do Forte na Bahia, sendo procedente das ilhas de Cabo Verde, com origem remota desse material na Índia ou Sri Lanka, de onde os cocos teriam sido introduzidos em Moçambique. Essa hipótese é confirmada pela semelhança entre o coqueiro gigante-do-Oeste-da-África (GOA) e o coqueiro gigante de Moçambique (GMC) (NUCÉ de LAMOTHE, 1983).

As primeiras introduções do coqueiro-anão no Brasil ocorreram por meio do Dr. Miguel Calmon, quando era Ministro da Agricultura. Foram importadas mudas do coqueiro-anão-verde, em 1925, com procedência de Java e distribuídas pelos Estados do Norte, e a segunda introdução em 1938, por Paulo Burle e Carlos Massy Browne com acessos importados diretamente da Malásia (BURLE; BROWNE, 1954). O anão-vermelho-de-Camarões foi introduzido a partir de 1978, procedente da Costa do Marfim (ARAGÃO et al., 1999). Em 1978, a Comissão Executiva da Lavoura

Cacaueira (CEPLAC) introduziu o coqueiro GOA, procedente da Costa do Marfim, e a Empresa Sococo, no ano de 1981, importou também o mesmo acesso (RIBEIRO; SIQUEIRA,1995).

No Estado de Sergipe, a introdução de acessos de coqueiro-anão, especificamente as variedades anão-amarelo-da-Malásia (AAM), anão-vermelho-da-Malásia (AVM) e o anão-vermelho-de-Camarões (AVC), ocorreu em 1982, introduzidos pela Embrapa Tabuleiros Costeiros para enriquecer a sua coleção, com procedência da Costa do Marfim. No mesmo ano, foi realizada coleta e introdução de populações de Gigante-da-Praia-do-Forte (GBrPF) (BA) (SIQUEIRA et al., 2002).

Em 1983, a Embrapa Tabuleiros Costeiros importou da Costa do Marfim sete populações de coqueiro-gigante para constituir o Banco Ativo de Germoplasma, localizado no Estado de Sergipe (SIQUEIRA et al., 2002), Gigante-do-Oeste-Africano (GOA), Gigante-de-Rennell (GRL), Gigante-da-Polinésia (GPY), Gigante-de-Rotuma (GRT), Gigante-de-Tonga (GTG), Gigante-de-Vanuatu (GVT). Gigante-da-Malásia (GML). Em 1986, ocorreu a reintrodução com Gigante-de-Rennell (GRL), Gigante-da-Polinésia (GPY) e Gigante-de-Vanuatu (GVT) (RIBEIRO; SIQUEIRA, 1995) e a introdução do anão-verde-Jiqui-do-Brasil (AVeBrJ), anão-amarelo-de-Gramame (AAG) e anão-vermelho-de-Gramame (AVG) procedentes, respectivamente, do Rio Grande do Norte e Paraíba (RIBEIRO; SIQUEIRA,1995) (QUADRO 1).

Visando o enriquecimento do Banco Ativo de Germoplasma de coco da Embrapa Tabuleiros Costeiros, foram realizados trabalhos de prospecção e coleta de novas populações de coqueiro-gigante pelo litoral nordestino, e em 1987, foram introduzidos acessos de populações de coqueiro-gigante procedentes da Fazenda Estiva e Merepe (PE), São José do Mipibu e Baía Formosa (RN). No ano de 1988 foram introduzidos acessos de gigante da Fazenda Santa Rita (PE) e Pacatuba (SE) (ARAGÃO et al., 1999).

A cocoicultura no Brasil é considerada relativamente jovem quando comparada a outros países, pois foi a partir da década de 70 que a cultura impulsionou no país. De acordo com Mota et al. (1995), na década de 1970 já havia um importante parque industrial, composto por pequenas e médias fábricas, que processavam coco, localizadas sobretudo em Sergipe, pioneiro nessa atividade.

Essas fábricas comercializavam seus produtos (leite e coco ralado) basicamente para o Centro-Sul do país, estimulando a expansão de novas áreas de cultivo com coqueiros.

Quadro 1. Resumo das introduções de coqueiro no Brasil com respectiva origem, procedência, responsáveis pela ação e local de plantio.

Ano	Acessos	Origem	Procedência	Importador/Coletor	Local de Plantio
1553	Gigante	Índia ou Sri Lanka	Ilhas de Cabo Verde	Portugueses	BA
1925	Anão-verde	Desconhecida	Índia	Mapa	RJ, BA, PE
1938	Anão-amarelo	Malásia	Malásia	Paulo Burle e Carlos Browne	Araruama, Cabo Frio- Rio
1939	Caboclo	Kuala Lumpur	Malásia	Paulo Burle e Carlos Browne	Cabo Frio- Rio de Janeiro
1939	Anão-vermelho	Malásia	Malásia	Paulo Burle e Carlos Browne	Araruama e Cabo Frio- Rio
1978	Gigante-Oeste-Africano	Sudoeste Asiático	Costa do marfim	CEPLAC	Uma/BA
1978	Anão-amarelo	Malásia	Costa do Marfim	CEPLAC	Ilhéus/BA
1981	Gigante-Oeste-Africano	Sudoeste Asiático	Costa do Marfim	SOCOCO	Mojú/PA
1982	Anão-amarelo	Malásia	Costa do Marfim	Embrapa	Neópolis/SE
1982	Anão-vermelho	Malásia	Costa do Marfim	Embrapa	Neópolis/SE
1982	Anão-vermelho	Camarões	Costa do Marfim	Embrapa	Neópolis/SE
1982	Gigante-da-Praia-do-Forte (GBrPF) (BA)	Praia-do-Forte	Praia-do-Forte	Embrapa	Praia-do-Forte/BA
1983	Gigante-Oeste-Africano	Sudoeste Asiático	Costa do Marfim	Embrapa	Neópolis/SE
1983	Gigante-da-Malásia	Malásia	Costa do Marfim	Embrapa	Neópolis/SE
1983	Gigante-de-Polinésia	Taiti	Costa do Marfim	Embrapa	Neópolis/SE
1983	Gigante-de-Rennel	Salomão	Costa do Marfim	Embrapa	Neópolis/SE
1983	Gigante-de-Rotuma	Fiji	Costa do Marfim	Embrapa	Neópolis/SE
1983	Gigante-de-Tonga	Tonga	Costa do Marfim	Embrapa	Neópolis/SE
1983	Gigante-de-Vanuatu	Vanuatu	Costa do Marfim	Embrapa	Neópolis/SE
1987	Gigante-de-Pacatuba	Brasil	Sergipe	Embrapa	Neópolis/SE
1987	Gigante-da-Praia-do-Forte	Brasil	Bahia	Embrapa	Neópolis/SE
1987	Gigante-de-Merepe	Brasil	Pernambuco	Embrapa	Neópolis/SE
1987	Gigante-de-Santa-Rita	Brasil	Pernambuco	Embrapa	Neópolis/SE
1987	Gigante-de- São José-do-Mipibu	Brasil	Rio Grande do Norte	Embrapa	Neópolis/SE
1987	Gigante-Baía-Formosa	Brasil	Rio Grande do Norte	Embrapa	Neópolis/SE

Nas décadas seguintes observou-se, por todo o Brasil, a consolidação de um setor agroindustrial do coco, com destaque especial para o grande crescimento das empresas Sococo, fundada em 1966 em Alagoas e Ducoco, fundada em 1982 no

Ceará atualmente as principais empresas do setor. Ainda nesse período, começou a esboçar-se o desenvolvimento dos primeiros estudos relacionados ao setor do coco, concentrados na Embrapa Tabuleiros Costeiros em Sergipe, estudos esses que visavam basicamente o cruzamento entre diferentes variedades de coqueiros, à produção e o fornecimento de mudas e as primeiras recomendações técnicas (MOTA et al.,1995). Mas, é especialmente, após 1980 que se observa o avanço de pesquisas na área de melhoramento genético do coqueiro, visando ampliar a produtividade do mesmo, revolucionando o setor e transformando a cultura do coco em um negócio agrícola rentável. Foi também, nessa época que se iniciou a expansão dos cultivos de coqueiros anão e híbridos intervarietais (CAVALCANTE, 2015).

A produção comercial do coco no Brasil atende a dois tipos de demandas: o consumo sob a forma de coco seco e o consumo de água. A produção de coco seco no Brasil é obtida, em sua maioria, a partir de plantios semiextrativistas de coqueiros da variedade gigante e/ou híbridos intervarietais. Caracteriza-se pela baixa produção, estimada em 30 frutos/planta/ano, iniciando a fase produtiva, em média, entre o quinto e sexto ano de idade. O coco seco é colhido entre 11 e 12 meses de idade após a polinização, sendo que, em grande parte do Nordeste do Brasil, as maiores colheitas e os maiores rendimentos (peso da noz/fruto) são obtidas entre o final do ano e o início do ano seguinte. Ao contrário do que se verifica na maioria dos países produtores, onde o coco é utilizado na forma de copra (albúmen desidratado a 6% de umidade) para a produção de óleo, no Brasil, a maior parte da produção de coco seco é consumida *in natura*, utilizado na culinária local e na indústria processadora, dando origem ao coco ralado e outros derivados (leite de coco, doces etc.) (FONTES; WANDERLEY; 2006).

Quanto ao mercado de água de coco, a crescente demanda registrada nos últimos anos gerou uma grande mudança de cenário da cultura do coqueiro no Brasil, com a implantação de grandes projetos em perímetros irrigados utilizando a variedade de coqueiro anão-verde, cujos frutos são colhidos entre cinco e sete meses após a fecundação. Em função do aumento da demanda e dos bons preços auferidos para a “água de coco”, observou-se uma rápida expansão das áreas plantadas com coqueiros anões, ocupando, inclusive, regiões não-tradicionais de

cultivo, como ocorreu com os Estados da região Sudeste (destaque para o Espírito Santo e o Rio de Janeiro) e do Centro-Oeste, e com áreas do semiárido e dos tabuleiros costeiros do Nordeste (FONTES; WANDERLEY; 2006).

2.4. RECURSOS GENÉTICOS DE COQUEIRO

Em 1992, o Bioversity International, juntamente com o Grupo Consultivo de Pesquisa Agrícola Internacional (CGIAR), decidiu incluir o coco em seus estudos, coordenando internacionalmente as pesquisas na área de recursos genéticos, e assim formou-se a Rede Internacional de Recursos Genéticos de Coco (COGENT). No início, contou com a presença de 15 países, mas rapidamente, o COGENT tornou-se uma rede global bastante ativa, assim envolvendo, atualmente, um total de 38 países membros em cinco sub-redes: Sudeste da Ásia, Pacífico Sul, África e Oceano Índico, América Latina e Caribe e produtores de coco mundiais (BATUGAL et al., 2005).

Atualmente, estão registrados na base de dados do COGENT um total de 1.416 acessos conservados e com dados de passaporte, localizados em 25 locais, correspondendo a 23 países. As coleções de germoplasma de coqueiro mais expressivas localizam-se nas Filipinas (224 acessos), Índia (132 acessos), Indonésia (98 acessos), Costa do Marfim (92 acessos) e Malásia (72 acessos), que possuem coleções com menor número de acessos (BATUGAL et al., 2005), e o Brasil apresenta 35 acessos conservados.

Segundo Bourdeix et al. (2005), existem 12 acessos de coqueiro-anão catalogadas em todo o mundo: anão-amarelo-da-Malásia (MYD), anão-vermelho-da-Malásia (AVM), anão-verde-do-Brasil (AVeBrJ), anão-vermelho-de-Camarões (AVC), anão-verde-de-Pilipog (PILD), anão-de-Niu Leka (NLAD), anão-verde-do-Sri Lanka (PGD), anão-vermelho-Tahitiano (TRD), anão-verde-Catigan (CATD), anão-Marrom-de-Madang (MBD), anão-verde-da-Tailândia (THD) e anão-verde-de-Tacunan (TACD). Entretanto, dentre estes acessos apenas o anão-amarelo-da-Malásia (AAM), anão-vermelho-da-Malásia (AVM), anão-verde-do-Brasil (AVeBrJ) e anão-vermelho-de-Camarões (AVC) existem no Brasil, além do anão-amarelo-de-Gramame (AAG) e anão-vermelho-de-Gramame (AVG).

Dentre os primeiros trabalhos com recursos genéticos de coco publicados encontram-se estudos realizados por volta de 1916, na Índia, indicando que foi um dos países pioneiros nos trabalhos com recursos genéticos do coqueiro, através das atividades de coleta, introdução, conservação, caracterização e avaliação de germoplasma de coco (RATNAMBAL e NAIR, 1994).

Destacam-se, também, trabalhos de melhoramento, especificamente no desenvolvimento de coqueiros híbridos mais produtivos e resistentes a doenças, sendo o primeiro híbrido Indiano lançado em 1937, resultante do cruzamento da variedade anão verde de Chowghat com gigante da Costa Oeste da Índia. Este se tornou de grande importância não só para a Índia, mas também para outros países como Filipinas, Indonésia, Sri Lanka e Jamaica. Estes primeiros trabalhos deram base para que programas de melhoramento fossem iniciados, em outros locais, focando outros objetivos e usando outros acessos (RATNAMBAL e NAIR, 1994).

Outro trabalho importante foi realizado por Sugimura et al. (1997), avaliando 39 acessos usando 35 caracteres botânicos e agrônômicos. Os autores verificaram diferenças significativas entre as três variedades, demonstrando alta diversidade genética nas populações das Filipinas. Yao et al. (2015), comparando duas listas descritivas uma com 20 descritores e outra com 50, obteve resultado semelhante, demonstrando que utilizando a lista mínima é possível obter-se a divergência genética dos acessos avaliados.

No Brasil, com a criação da Unidade de Execução de Pesquisa de Âmbito Estadual Quissamã (1975), posteriormente denominado Centro de Pesquisa de Coco (1985) e atualmente Embrapa Tabuleiros Costeiros, localizada em Aracaju, Sergipe, a pesquisa com o coco apresentou um grande impulso, gerando diversas tecnologias importantes para a cocoicultura nacional. Em 1990, com as atividades de desenvolvimento e avaliação de híbridos de coqueiro, foram iniciadas novas ações de prospecção e coleta de germoplasma no Nordeste do Brasil, introdução de germoplasma exótico, caracterização morfológica e genética do coqueiro, conservação de germoplasma, seleção fenotípica com testes de progênies, desenvolvimento e avaliação de híbridos e as atividades de cultura de embrião e cultura de tecido do coqueiro (ARAGÃO et al., 1999).

O Banco Ativo de Germoplasma de coco está vinculado à Plataforma de Recursos Genéticos da Embrapa e, em 2006, a partir de um Memorando de Entendimento entre a Embrapa e o Bioversity International, foi estabelecido na Embrapa Tabuleiros Costeiros, sob a coordenação da Rede Internacional de Recursos Genéticos de Coco (COGENT), o Banco Internacional de Germoplasma de Coco para América Latina e Caribe (ICG-LAC) (RAMOS et al., 2016).

O Banco ICG-LAC mantém a variabilidade genética por meio da conservação de 35 acessos de coqueiro anão e gigante, sendo 11 duplicatas: gigante-Oeste-Africano (GOA), gigante-da-Malásia (GML), gigante-da-Polinésia (GPY), gigante-de-Rennel (GRL), gigante-de-Rotuma (GRT), gigante-de-Tonga (GTG), gigante-de-Vanuatu (GVT), gigante-do-Brasil-Santa Rita (GBrSR), gigante-do-Brasil-Merepe (GBrME), gigante-do-Brasil-São José Mipibu (GBrSJM), gigante-do-Brasil-Baía Formosa (GBrBF), gigante-do-Brasil-Praia-do-Forte (GBrPF), gigante-do-Brasil-de-Pacatuba (GBrPC), gigante-do-Brasil-Olho-de-Cravo (GBrOC), gigante-do-Brasil-Barreirinhas (GBrBA), gigante-do-Brasil-Luís Correia (GBrLC), gigante-do-Brasil-Senador Georgino Avelino (GBrSGA), gigante-do-Brasil-Terra do Rei (GBrTR), gigante-do-Brasil-Avenida (GBrAV), anão-verde-do-Brasil-de-Jiqui (AVeBrJ), anão-vermelho-de-Camarões (AVC), anão-vermelho-da-Malásia (AVM), anão-vermelho-de-Gramame (AVG), anão-amarelo-de-Gramame (AAG) e anão-amarelo-da-Malásia (AAM). Os acessos GBrSR, GBrME, GBrSJM, GBrBF, GBrPF, AVeBrJ, AVC, AVM, AVG, AAG e AAM são duplicatas (RAMOS et al., 2016).

2.5. CARACTERIZAÇÃO MORFOAGRONÔMICA E MOLECULAR

Os acessos conservados no ICG-LAC, desde sua implementação, têm sido caracterizados e avaliados, obedecendo a lista descritiva estabelecida pelo Bioversity International, envolvendo descritores morfológicos, avaliações químicas e moleculares (IPGRI, 1995). Os trabalhos demonstraram a importância da avaliação e caracterização de acessos na busca de genótipos mais produtivos e superiores quanto às características de importância comercial: produção de frutos/planta/ano, produtividade de óleo, frutos com maiores pesos de albúmen sólido. Os estudos que envolvem a variabilidade e divergência genética dos acessos preservados tem

auxiliado em programas de melhoramento da cultura, indicando acessos mais divergentes e que estes apresentem características de ganho para cultura.

Aragão et al. (2002a), avaliando acessos de coqueiro-anão e híbridos, observaram que os anões AVeBrJ, AAM e AVC são mais precoces, o AVM é mais tardio e que entre os anões e os híbridos estes apresentaram uniformidade de florescimento, sendo que os híbridos são mais tardios que os anões.

Avaliando a divergência genética entre cinco populações de coqueiro-gigante-do-Brasil (*Cocos nucifera* L.): Pacatuba, SE, Praia do Forte, BA, Merepe, PE, Santa Rita, PE e São José do Mipibu, RN, Ribeiro et al. (1999) constataram que as populações Pacatuba e Merepe são mais similares e que a população Santa Rita foi a mais divergente e a partir destes resultados os autores indicaram cruzamentos entre as populações Santa Rita e Merepe.

Wadt (1997) avaliando os acessos Gigante-Oeste-Africano (GOA), Gigante-de-Rennel (GRL) e Gigante-do-Brasil-Praia-do-Forte (GBrPF) usando marcadores RAPD, verificou que entre os acessos o GRL foi o mais dissimilar e GOA e GBrPF apresentaram maior similaridade, confirmando a afirmação de Nucé de Lamothe (1983) sobre a origem do coqueiro-gigante no Brasil, onde as primeiras entradas teriam sido pela Praia do Forte na Bahia no século XVI.

Usando descritores morfológicos e agrônômicos, Sobral et al. (2012) estimaram a divergência genética de coqueiro-anão do ICG-LAC e concluíram que os acessos AVM, AAM, AVG e AAG apresentaram maior similaridade, enquanto o AVeBrJ e AVC foram os mais dissimilares entre os avaliados.

Ribeiro et al. (2013) avaliaram a diversidade genética entre e dentro de 10 populações de coqueiro-gigante do Brasil, utilizando marcadores microssatélites (SSR), em Santo Inácio (BRAsi), Luís Correia (BRAlc), Baía Formosa (BRAbf), Georgino Avelino (BRAGA), São José do Mipibu (BRAsjm), Santa Rita (BRAsr), Merepe (BRAME), Japoatã (BRAjp), Pacatuba (BRAPc), Praia do Forte (BRAPf). Nesse estudo, apresentaram maior similaridade as populações geograficamente mais próximas, onde as populações do Baía Formosa (RN), Georgino Avelino (RN) e São José do Mipibu (RN) formaram um grupo e o segundo grupo foi formado com as populações de Japoatã (SE), Pacatuba (SE) e Praia do Forte (BA).

Loiola et al. (2016) avaliaram a diversidade e as relações genéticas entre duas populações de coqueiro-gigante coletadas no Brasil (GBrPF e Merepe) e outros sete acessos introduzidos de diferentes regiões geográficas do mundo. Foram utilizados 25 *primers* microssatélites SSR. A análise da estrutura genética levou a formação de cinco grupos: O primeiro grupo foi formado exclusivamente pelos dois acessos coletados no Brasil (GBrPF e GBrMe), o segundo grupo foi formado com os acessos procedentes do Sul do Pacífico (GTG, GRT e GPY), o terceiro grupo entre os acessos do Sudeste Asiático (GML) e do Sul do Pacífico (GVT), o quarto grupo com outro acesso do Sul do Pacífico (GRL) e finalmente, o quinto grupo, formado com o acesso procedente do Oeste da África (GOA). Apesar dos trabalhos realizados pelo ICG-LAC, em sua maioria não foram realizados estudos em anos consecutivos e poucos descritores foram utilizados para avaliação dos acessos conservados.

2.7. CARACTERIZAÇÃO E AVALIAÇÃO QUÍMICA EM COQUEIRO

O coqueiro (*Cocos nucifera* L.) é amplamente conhecido como a árvore da vida. Seus principais produtos vêm do fruto, uma noz delimitada pela casca de camadas fibrosas. Abaixo da casca dura da noz tem o endosperma comestível branco com superfície livre côncava formando uma cavidade esférica preenchida com água de coco (albúmen líquido). Dependendo da variedade, um fruto maduro pode pesar de 3 a 4 kg (GRIMWOOD, 1975). Em média o albúmen fresco é constituído por 50% de água, 34% de óleo, 7,3% de carboidratos, 3,5% de proteínas, 3,0% de fibras e 2,0% de cinzas (BANZON; VELASCO, 1982).

O óleo produzido da copra é o principal produto da palmeira, que tem rendimento de cerca de 65% e é talvez o mais valioso dentre os óleos vegetais. O endosperma sólido sofre alterações bioquímicas à medida que amadurece durante o seu período de crescimento de 12 meses após a fecundação. A compreensão dessas mudanças será útil não só para os cientistas e nutricionistas, mas também para os agricultores, a fim de determinar o tempo de colheita do fruto (AZEEZ, 2007).

O albúmen sólido ou polpa é a parte mais importante do fruto do coqueiro pois dele se obtém a copra (albúmen desidratado a 6% de umidade), óleo, ácido láurico, leite de coco, coco ralado, farinha de coco entre outros produtos (ARAGÃO, 2002).

Por diferentes razões, atribui-se grande importância ao conteúdo de gorduras dos nossos alimentos. Uma delas é a opinião generalizada de que existe uma ligação entre o modo de alimentação e o aumento vertiginoso das doenças do coração e das vias circulatórias. A quantidade e, principalmente, a qualidade do tipo de gorduras consumidas têm uma importância real. O consumo de gorduras saturadas existentes na natureza como a do coco, da manteiga ou óleos industrialmente endurecidos, isto é, transformados do estado líquido para o semi sólido através do processo de hidrogenação, pode aumentar o nível de colesterol do sangue de acordo com a opinião de muitos especialistas e promover a arteriosclerose dos vasos sanguíneos (MORETTO; FETT, 1998)

Azeez (2007), desfavorece o consumo do óleo de coco na alimentação, informando que em áreas tropicais, desde a segunda metade do século passado tem sido desencorajado, pela sua associação com a hipercolesterolemia e, portanto, associação com doenças cardíacas coronárias, devido à sua natureza altamente saturada.

Observando a literatura disponível pode-se encontrar referências que demonstram que sua utilização torna-se benéfica ao organismo. De acordo com Barreto et al. (2009), o óleo de coco extra virgem, quando submetido a altas temperaturas, não perde suas características nutricionais, sendo considerado um óleo estável e saudável para cozinhar por não apresentar gordura *trans*, gerada pelo processo de hidrogenação e ajudar a manter o peso, diminuir o colesterol e proteger contra doenças cardiovasculares.

Ao contrário dos ácidos graxos de cadeia longa, os ácidos graxos de cadeia média e os monoglicéridios são absorvidos intactos a partir do intestino delgado, e não são submetidos a processos de degradação e reesterificação. Eles são utilizados diretamente no corpo para produzir energia e amplamente utilizado em fórmulas para lactantes, bebidas nutricionais para atletas e infusões intravenosas lipídicas (SRI LANKA MEDICAL ASSOCIATION, 2006).

O óleo de coco apresenta-se com variação de cor que vai do incolor ao amarelo acastanhado. Contém um nível elevado de ácidos graxos saturados e de peso molecular baixo. A composição química desse óleo torna possível a utilização para uma variedade de fins, alimentares e não-alimentares. O óleo de coco tem características únicas, tais como sabor suave, odor agradável, alta resistência ao ranço e temperatura de fusão pequena, fácil digestibilidade e capacidade de absorção (CHE MAN; MARINA, 2006).

Sobre a produção e utilização do óleo de coco, podem-se encontrar trabalhos nas mais variadas áreas, como estudos voltados para alimentação onde são avaliados os potenciais nutricionais, indicando quais os melhores métodos de extração; formas de utilização seja *in natura* ou na substituição de outras fontes lipídicas; estudos de compostos vitamínicos e atividades antioxidantes e relações com doenças cardiológicas. Outra área bastante explorada é o potencial energético para produção de biocombustíveis. Entretanto, são poucos os trabalhos que visam ao conhecimento sobre caracterização e avaliação dos acessos utilizados comercialmente, indicando resultados de quais acessos podem ser mais produtivos, mais ricos em ácido láurico e outros componentes como carotenoides e vitaminas. As informações que poderiam ser obtidas seriam de grande valia, pois iriam auxiliar os pequenos e grandes produtores da cultura a utilizar cultivares mais indicadas para cada enfoque comercial.

Estudos anteriores realizados por Laureles et al. (2002) e Kumar et al. (2004), em algumas cultivares, indicaram a existência de variabilidade para óleos com perfis de ácidos graxos desejáveis comercialmente. No entanto, nenhuma informação detalhada ou banco de dados sobre o perfil de ácidos graxos de todas as cultivares e híbridos está disponível para exploração comercial e industrial em uma forma ideal (KUMA, 2011).

De acordo com Kumar e Balakrishna (2009), é necessário o entendimento sobre o desenvolvimento e as diferenças que ocorrem durante o processo de maturidade do fruto, gerando um conhecimento integrado, facilitando a utilização do óleo de coco, tanto para consumo humano como para a exploração industrial. Para tanto, estes autores avaliaram o perfil de ácidos graxos em frutos de 5 a 12 meses das variedades anão-laranja-de-Chowghat (COD), Gigante-do-Oeste-Africano (GOA)

e seus híbridos, desenvolvidos pelo “Central Plantation Crops Research Institute” (CPCRI) em Kasaragod, Índia. Durante o processo de amadurecimento do fruto observou-se um aumento no teor de óleo, variando de 29,8% aos 6 meses para 62,8%, em frutos de 12 meses. Foi possível detectar aumento de teor de ácidos graxos com o processo de maturação, com exceção do ácido palmítico e mirístico.

Kumar e Balakrishna (2009) avaliando também a variação sazonal entre acessos verificaram diferença significativa entre frutos colhidos em janeiro, os quais apresentaram maiores percentuais nos ácidos caprílico, cáprico, láurico e mirístico, ocorrendo a redução dos valores quando próximos a outubro. Com exceção do ácido palmítico que teve desempenho inverso aos demais, teve tendência ao acréscimo quando próximo a outubro. De acordo com os resultados para fins industriais, os frutos colhidos em janeiro seriam os mais adequados já que apresentaram maiores concentrações de ácidos graxos e para o consumo humano os frutos colhidos em outubro por apresentarem menores valores para o ácido láurico.

Devido a inexistência de informações mais complexas sobre trabalhos com óleo de coco, Kumar (2011) analisou o perfil de ácidos graxos de 108 cultivares, sendo 60 gigantes, 14 anões e 34 híbridos disponíveis e produzidos na Índia. Este trabalho mostrou, variações no perfil de ácidos graxos entre as cultivares e que estas divergências se devem mais a fatores genotípicos do que climáticos, pois os genótipos encontravam-se no mesmo ambiente.

Dentre os trabalhos com avaliação de óleo pode-se citar Passos et al. (2011) que avaliaram três acessos: anão-verde-Brasil-de-Jiquí (AVeBrJ), anão-vermelho-da-Malásia (AVM) e anão-amarelo-da-Malásia (AAM), onde estimaram o número de frutos de cada cultivar necessários para produzir uma tonelada de óleo (9.400 para o AVeBrJ, 11.100 para o AVM e 13.800 para o AAM), colocando, dessa forma, as cultivares de anão com possibilidade de alta produção de óleo quando comparados com outras cultivares.

Cardoso et al. (2015), avaliaram produção de óleo entre o híbrido BRS 001 (anão-verde-de-Jiqui x gigante-do-Brasil-da-Praia-do-Forte) e seus parentais, gigante-do-Brasil-da-Praia-do-Forte (GBrPF) e anão-verde-de-Jiqui (AVeBrJ). Dentre as três cultivares avaliadas, o AVeBrJ e o BRS 001 apresentaram maior

potencial de produção de óleo em relação ao GBrPF assim os autores recomendam o plantio destas cultivares para produtores que tenham a produção de óleo como finalidade comercial.

Nos últimos anos, uma atenção crescente tem sido dedicada ao papel da alimentação na saúde humana. Vários estudos epidemiológicos indicaram que a alta ingestão de produtos vegetais está associada com uma redução no risco de uma variedade de doenças crônicas como arterosclerose e câncer. Estes efeitos têm sido particularmente atribuídos aos compostos que possuem atividade antioxidante. Os principais antioxidantes nos vegetais são as vitaminas C e E, os carotenoides e os compostos fenólicos, especialmente os flavonoides. Esses antioxidantes absorvem radicais livres e inibem a cadeia de iniciação ou interrompem a cadeia de propagação das reações oxidativas promovidas pelos radicais livres (PODSEDEK, 2007).

De acordo com Enig (2015) o coco desempenha um papel único nas dietas da humanidade, porque ele é fonte de componentes fisiologicamente funcionais importantes que são encontrados na gordura do óleo de coco, o ácido láurico, principal ácido graxo da gordura do coco. Recentemente foi reconhecido por suas propriedades únicas em uso alimentar, que estão relacionados com as suas funções antivirais, antibacterianos e antiprotozoários. Recentemente, o ácido cáprico, outro dos ácidos graxo de coco foi adicionado à lista de componentes antimicrobianos. Além disso, pesquisas recentes mostraram que o óleo de coco virgem na dieta leva a uma normalização de lípidos corporais, protege o fígado contra danos de álcool e melhora a resposta anti-inflamatória do sistema imune.

A busca por antioxidantes naturais para produtos alimentícios, cosméticos e farmacêuticos vem representando um importante desafio para a pesquisa industrial nos últimos 20 anos (LAGUERRE et al., 2007). Nesses produtos, há um grande interesse pelo estudo da oxidação lipídica, em virtude da deterioração que este tipo de dano oxidativo pode causar (rancificação, perda de aromas, formação de *off-flavors* e rejeição do consumidor). A oxidação lipídica é um processo complexo que envolve uma variedade de radicais livres e é influenciada pela temperatura, pela luz, presença de O₂, além das propriedades físico-químicas do produto e da presença de possíveis iniciadores e catalisadores da reação. O uso de antioxidantes em produtos

contendo lipídios é uma das principais formas de se minimizar a rancificação, retardar a formação de produtos tóxicos, manter a qualidade sensorial e nutricional e aumentar a vida-de-prateleira de produtos alimentícios (MAISUTHISAKUL et al., 2007).

Os carotenoides são pigmentos naturais responsáveis pela cor amarela, laranja ou vermelha de muitos alimentos, uma propriedade de importância tecnológica uma vez que a cor é o atributo que mais influencia a aceitação dos alimentos. Seus efeitos são benéficos à saúde, porém, que despertam o interesse da comunidade científica no mundo inteiro. Alguns são precursores de vitamina A, e alimentos ricos em pró-vitaminas A estão sendo utilizados no combate à deficiência desta vitamina. Em anos mais recentes, outras atividades biológicas têm sido atribuídas aos carotenóides, como fortalecimento do sistema imunológico e a diminuição do risco de doenças degenerativas como câncer, doenças cardiovasculares, degeneração macular e catarata (AMAYA et al., 2008).

O coco apresenta um alto potencial para exploração econômica nos setores alimentício, farmacêutico e oleoquímico, devido à elevada produtividade de óleos e aproveitamento total dos subprodutos. Para melhor conhecimento da potencialidade da utilização do óleo dos diferentes acessos do ICG-LAC de coco é necessário avaliar o teor de óleo e caracterizar suas frações lipídicas dos acessos que o constituem e com os resultados obtidos pode-se obter melhor compreensão sobre a diversidade dos metabólitos e assim auxiliar nos processos de seleção e melhoramento genético da cultura, selecionando plantas de maior rendimento de frutos e melhor qualidade de óleo.

REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

AGRIANUAL 2014: **Anuário da Agricultura Brasileira**. São Paulo: FNP Consultoria, 2014. 458p.

ARAGÃO, W.M.; CRUZ, E.M.O; COSTA, A.S; BONFIM, K.B. Componentes dos frutos de cultivares de coqueiro-anão. Aracaju: Embrapa Tabuleiros Costeiros, 1998 (Embrapa Tabuleiros Costeiros. Pesquisa em andamento, 1998).

ARAGÃO, W. M.; et al. Seleção de cultivares de coqueiro para diferentes ecossistemas do Brasil. In: QUEIROZ, M. A.; GOEDERT, C. O.; RAMOS, S. R.

Recursos genéticos e melhoramento de plantas para o Nordeste brasileiro. Embrapa Semiárido. Petrolina-PE. 1999. Disponível em: <http://www.cpatsa.embrapa.br:8080/catalogo/livrorg/temas.html>. Acesso em: 20 out 2015.

ARAGÃO, W.M, CRUZ, E.M.O; HELVÉCIO, J.S. Caracterização morfológica do fruto e química da água de coco em cultivares de coqueiro-anão. **Agrotropica**, Ilhéus, v.12, n.2, p.49-58, 2001.

ARAGÃO, W.M. **Coco: pós-colheita**. Brasília: Embrapa Informação Tecnológica: Aracaju: Embrapa Tabuleiros Costeiros, 2002. 76p. (Frutas dos Brasil, 29).

ARAGÃO, W.M.; COSTA, S.S.; SANTOS, H.C.A.; PEDROSO, G.T. Florescimento, produção e composição morfológica de frutos de cultivares de coqueiro. **Agrotropica**, v.14, n.3, p. 151-158, 2002a.

ARAGÃO, W.M.; CRUZ, E.M.O; TAVARES, M.; RIBEIRO, F.E.; TUPINAMBÁ. E.A.; PIMENTEL, S.A.; TALEMOTO, E. Teor de gordura e composição de ácidos graxos em polpa de frutos de coqueiro anão em diferentes idades de maturação. **Revista Instituto Adolfo Lutz**, São Paulo, v. 63, p.159-67, 2004.

ARAGÃO, W.M.; SANTOS, V.S.J; ARAGÃO, F.B. Produção de fibras de cultivares de coqueiro. Aracaju: Embrapa Tabuleiros Costeiros, 2005 (Embrapa Tabuleiros Costeiros. Comunicado Técnico, 36).

ARAGÃO, W.M.; RIBEIRO, F.E.; MELO, M. F. V. Cultivares de coqueiro para a produção de coco seco: coqueiro gigante vs híbridos. In: CINTRA, F.L.D.; FONTES, H.R.; PASSOS, E.E.M.; FERREIRA, J.M.S. (Ed.). **Fundamentos tecnológicos para a revitalização das áreas cultivadas com coqueiro gigante no nordeste do Brasil**. Aracaju: Embrapa Tabuleiros Costeiros, 2009. p.38-60.

ALVES, A.S.; ARAGÃO, W.M.; LOIOLA, C.M.; PEDROSO, G.T. Produção de Frutos de Cultivares de Coqueiro sob Condições de Sequeiro nos Tabuleiros Costeiros do Sul de Sergipe. Aracaju: Embrapa Tabuleiros Costeiros, 2005 (Embrapa Tabuleiros Costeiros. Comunicado Técnico, 35).

AZEEZ, S. Fatty acid profile of coconut oil in relation to nut maturity and season in selected cultivars/hybrids. **British Food Journal**, Bingley v. 109, n. 4, p. 272-279, 2007.

BANZON, J.A.; VELASCO J.R., 1982. **Coconut Production and Utilization**. Philippine Coconut Resouche and Development Foundation, Manila, 1982. 417p.

BARRETO, L.G., ARAGÃO, W.M., LOIOLA, C.M., MOURA, C.R.F. Estratégias para o uso e desenvolvimento dos produtos e co-produtos do coco seco em ênfase na pequena produção. In: CINTRA, F.L.D; FONTES, H.R; PASSOS, E.E.M; FERREIRA, J.M.S. (Ed.) **Fundamentos Tecnológicos para revitalização das áreas cultivadas**

com coqueiro gigante no Nordeste Brasileiro. Aracaju: Embrapa Tabuleiros Costeiros. p. 25-36, 2009.

BATUGAL, P.; JAYASHREE, K. Global coconut conservation strategy. In: BATUGAL, P.; RAMANATHA, R.; OLIVER, J. **Coconut Genetic Resouces.** IPGRI-APO, Serdang, Selangor, Malásia, 2005. p. 190-195.

BENASSI, A.C.; RUGGIERO, C.; MARTINS, A.B.G.; SILVA, J.A.A. Caracterização biométrica de frutos de coqueiro, *Cocos nucifera* L. variedade anã-verde, em diferentes estádios de desenvolvimento. **Revista Brasileira de Fruticultura**, Jaboticabal, v. 29, n. 2, p. 302-307, 2007.

BOURDEIX, R., Konan, J.L. and N'Cho, Y.P. **Coconut: A guide to traditional and improved varieties.** Editions diversiflora. Montpellier, França, 2005, 104p.

BURLE, A.; BROWNE, C.M. Cultura do Coqueiro Anão. **Boletim do Campo**, Rio de Janeiro, v.10, n.73, p.7-10,1954.

CAMBUI, E. V. F.; ARAGÃO, W.M; LEAL, M. L. S. Variabilidade genética entre cultivares de coqueiro anão (*Cocos nucifera*, L.- Var. Nana). **Revista Brasileira de Biociências**, Porto Alegre, v.5, supl.1, p.165-167, 2007.

CAMBUI, E.V.F. Diversidade genética entre cultivares de coqueiro-anão (*Cocos nucifera* L., Var. Nana) no Platô de Neópolis-SE. 2007. 67f. Dissertação (Mestrado em Agroecossistema) – Universidade Federal de Sergipe, São Cristóvão, 2007.

CARDOSO, B.T.; PASSOS, E.E.M. **Potencial de Produção de Óleo em Diferentes Cultivares de Coqueiro.** Aracaju: Embrapa Tabuleiros Costeiros, 2015 (Embrapa Tabuleiros Costeiros. Comunicado Técnico, 161).

CAVALCANTE, L.V. **A nova geografia do coco: reestruturação produtiva, territorialização do capital e dinâmicas socioespaciais.** 2015. 296f. Dissertação (Mestrado em Geografia) – Universidade Estadual do Ceará, Fortaleza, 2015.

CHE MAN Y.B., MARINA A.M. Medium chain triacylglycerol. In: Shahidi F (ed) **Nutraceutical and specialty lipids and their co-products.** Taylor & Francis, Boca Raton, 2006. p. 27–56.

DAHER, R. F.; PERERA, M. G.; TUPINAMBÁ, E. A.; AMARAL JUNIOR¹, A. T.; ARAGÃO, W. M.; RIBEIRO, F.E; RIBEIRO, L.; SAKIYAMA, N. S. Assessment of coconut tree genetic divergence by compound sample RAPD marker analysis. **Crop Breeding and Applied Biotechnology**, Viçosa, v. 2, n. 3, p. 431-438, 2002.

ENIG, M.G. **Health and Nutritional Benefits from Coconut Oil: An Important Functional Food for the 21st Century.** Disponível em: [http://www.coconutoil.co.nz/PDF/A New Look At Coconut Oil.pdf](http://www.coconutoil.co.nz/PDF/A%20New%20Look%20At%20Coconut%20Oil.pdf). Acesso em 10 nov. 2015.

FAOSTAT, **Culturas ano 2014.** Disponível em: <http://faostat.fao.org/site/567/default.aspx#ancor>. Acesso em 23 nov., 2014.

FOALE, M.; HARRIES, H. Farm and Forestry Production and Marketing Profile for Coconut (*Cocos nucifera*). In: **Elevitch, C.R. (ed.). Specialty Crops for Pacific Island Agroforestry.** Permanent Agriculture Resources (PAR), Holualoa, Hawai'i. <http://agroforestry.net/scps.2009>.

FONTES, H.R.; WANDERLEY, M. **Situação atual e perspectivas para a cultura do coqueiro no Brasil.** Aracaju: Embrapa Tabuleiros Costeiros, 2006 (Embrapa Tabuleiros Costeiros. Comunicado Técnico, 94).

GRIMWOOD, B.E. **Coconut Palm Products.** FAO, Rome, 1975. 245p.

HARRIES, H.C. Malesian origin for a domestic *Cocos nucifera* L. In: BAAS, P. KALKMAN, K.; GEESINK, R. (Eds) **The Plant Diversity of Malesia.** Dordrecht, The Netherlands:Kluwer Academic Publishers, p.351-357. 1990

HARRIES, H.C; CLEMENT, C. R. Long-distance dispersal of the coconut palm by migration within the coral atoll ecosystem. **Annals of Botany**, Reino Unido, v. 113, p.565–570, 2014.

IBGE. **Produção Agrícola Municipal** - Disponível- site IBGE (15 julho 2015). URL: <http://www.ibge.gov.br/home/estatistica/economia/pamclo/2007/default.shtm>. Consultado em 15 jul. 2015.

IPGRI. **Descriptors for Coconut (*Cocos nucifera* L.).** International Plant Genetic Resources Institute, Rome, Italy, 68p. 1995.

KUMAR, N.S.; CHAMPAKAM, B; RAJAGOPAL, V. Variability in coconut cultivars for lipid and fatty acid composition of oil. **Tropical Agricultural**, Índias Ocidentais, v. 81, p. 34–40, 2004.

KUMAR, S.N.; BALAKRISHNA, A. Seasonal variations in fatty acid composition of oil in developing coconut. **Journal of Food Quality**, Cairo, v.32, p.158–176, 2009.

KUMAR, S.N. Variability in Coconut (*Cocos nucifera* L.) Germplasm and Hybrids for Fatty Acid Profile of Oil. **Journal of Agricultural and Food Chemistry**, Munique, v.59, p. 13050–13058, 2011.

LAGUERRE, M.; LECOMTE, J., VILLENEUVE, P. Evaluation of the ability of antioxidants to counteract lipid oxidation: Existing methods, new trends and challenges. Review. **Progress in Lipid Research**, Oxford, v. 46, p. 244-282, 2007.

LAURELES, L.R.; RODRIGUEZ, F. M.; REAN, C. E.; SANTOS, G. A.; LAURENA, A. C.; MENDOZA, E.M.T. Variability in Fatty Acid and Triacylglycerol Composition of the Oil of Coconut (*Cocos nucifera* L.) Hybrids and Their Parentals. **Journal Agricultural Food Chemistry**, Munique, v.50, p.1581–1586, 2002.

LIYANAGE, D.V. Varieties and forms of the coconut palm grown in Ceylon. **Ceylon Coconut Quarterly**, Sri Lanka, v.9, p.1-10, 1958.

LOIOLA, C. M. **Diversidade genética em coqueiro-gigante (*Cocos nucifera* L.) por meio de marcadores microssatélites e características morfoagronômicas**. 2014. 100f. Tese (Doutorado em Fitotecnia) - Universidade Federal Rural do Semi-Árido, Mossoró, 2014.

LOIOLA, C.M.; AZEVEDO, A.O.N.; DINIZ, L.E.C., ARAGÃO, W.M.; AZEVEDO, C.D.O.; SANTOS, P.H.A.D.; RAMOS, H.C.C; PEREIRA, M.G.; RAMOS, S.R.R. Genetic relationships among tall coconut palm (*Cocos nucifera* L.) accessions of the International Coconut Genebank for Latin America and the Caribbean (ICG-LAC), evaluated using microsatellite markers (SSRs). **PLoS ONE**, São Francisco, v. 11, n.3, 2016.

MACIEL, V. T; GOMES FILHO, E.; ALVES, R. E.; FARIAS, J.M.; SOUZA, H.U. Caracterização física dos frutos de seis cultivares de coqueiro-anão em diferentes estádios de desenvolvimento. **Revista Brasileira de Ciências Agrárias**, Recife, v.4, n.4, p.395-398, 2009.

MAISUTHISAKUL, P.; SUTTAJIT, M.; PONGSAWATMANIT, R. Assessment of phenolic content and free radical-scavenging capacity of some Thai indigenous plants. **Food Chemistry**, Londres, v. 100, p.1409-1418, 2007.

MENON, K.P.V.; PANDALAI, K.M. The Coconut: A Monograph. Indian Central Coconut Committee, S.India, 1958.

MORETTO, E.; FETT, R. **Tecnologia de óleos e gorduras vegetais na indústria de alimentos**. São Paulo: Livraria Varela, 1998.103p.

MOTA, D.M.; ROLLERNBERG, H.; SIQUEIRA, L.A. **O coqueiro (*Cocos nucifera* L.) em Sergipe: da agricultura de subsistência a coordenação nacional de pesquisa**. Aracaju: Embrapa Tabuleiros Costeiros, 1995. (Embrapa Tabuleiros Costeiros. Documentos, 4).

NUCÉ DE LAMOTHE, M. Melhoramento do Coqueiro. **Relatório da Missão Realizada nas plantações de Embrapa. Montpellier: IRHO**, 1983.

OHLER, J.G. **Coconut, tree of life**. Rome: FAO, 1984. 446p. (FAO. Plant Production and Protection Paper, 57).

PASSOS, E.E.M., CARDOSO, B.T. **Avaliação da produção de óleo em três cultivares de coqueiro-anão**. Aracaju: Embrapa Tabuleiros Costeiros, 2011(Embrapa Tabuleiros Costeiros. Comunicado Técnico, 114).

PEDROSO, G.T.; SANTOS, H. C.; ARAGÃO. W.M. **Características da inflorescência de Cultivares de Coqueiro nas épocas secas e chuvosas do ano**.

Aracaju: Embrapa Tabuleiros Costeiros, 2007 (Boletim de Pesquisa e Desenvolvimento, 21).

PERSLEY, G. J. **Replanting the tree of life**: Towards an International Agenda for Coconut Palm Research. Wallingard: CABIACCAR, 1992, 156p.

PODSEDEK, A. Natural antioxidants and antioxidant capacity of Brassica vegetables: A review. **Food Science Technology**, Campinas, v. 40, p. 1-11, 2007.

PURSEGLOVE, J. W. **Tropical crops monocotyledons**. London: Longman, 1972. 607p.

RAMOS, V.H.V et al. Comportamento de cultivares de coqueiros anão e híbridos no Distrito Federal. **Revista Brasileira de Fruticultura**, Jaboticabal, v. 26, n. 2, p. 363-365, 2004.

RAMOS, S.R.R.; BRITO, K. M.; TUPINANBÁ, E.A. **Banco de germoplasma de coco**. In: **Árvore do conhecimento**. Disponível em: http://www.agencia.cnptia.embrapa.br/gestor/coco/arvore/CONT000giw3zt3v02wx5o_k05vadr13f3ba09.html. Acesso em: 02 mai., 2016

RATNAMBAL, M.J.; NAIR, M.K.; National coconut breeding programme in India. In: BATUGAL, P.A; RAO, V,R; Coconut Breeding. **Papers presented at a workshop on standardization of coconut breeding research techniques,CÔTE D'IVOIRE**, 1994. p. 1-14.

RIBEIRO, F.E.; SIQUEIRA, E.R. **Introdução, coleta e conservação de germoplasma de coqueiro no Brasil**. Aracaju: Embrapa Tabuleiros Costeiros, 1995 (Embrapa Tabuleiros Costeiros. Comunicado Técnico, 3), 1995.

RIBEIRO, F. E.; SOARES, A. R.; RAMALHO, M. A. P. Divergência genética entre populações de coqueiro gigante do Brasil. **Pesquisa Agropecuária Brasileira**, v.34, p.1615-1622, 1999.

RIBEIRO, F.E.; BAUDOUIN, L.; LEBRUN, P.; CHAVES, L.J.; BRONDANI, C.; ZUCCHI, M.I.; VENCOYSKY, R. Population structures of Brazilian tall coconut (*Cocos nucifera* L.) by microsatellite markers. **Genetics and Molecular Biology**, Ribeirão Preto, v.33, p.696-702, 2010.

RIBEIRO, F.E.; BAUDOUIN, L.; LEBRUN, P.; CHAVES, L.J.; BRONNDANI, C.; COSTA, E.F.N.; VENCOVSKY, R. Genetic diversity in Brazilian tall coconut populations by microsatellite markers. **Crop Breeding and Applied Biotechnology**, Viçosa, v.13, p.: 356-362, 2013.

\SENHORA, E. M. **Estratégias de uma agenda para a cadeia agroindustrial do coco**: Transformando a ameaça dos resíduos em oportunidades ecos-eficientes. Campinas: UNICAMP (Instituto de Economia), 2003.

SIQUEIRA, L. A.; ARAGÃO, W. M.; TUPINAMBÁ, E. A. **A introdução do coqueiro no Brasil: importância histórica e agronômica.** Aracaju: Embrapa Tabuleiros Costeiros, 2002. (Embrapa Tabuleiros Costeiros. Documentos, 47).

SOBRAL, K.M.B.; RAMOS, S.R.R.; GONÇALVES, L.S.A.; AMARAL-JUNIOR, A.T. do A.; ARAGÃO, W.M. Variabilidade genética entre acessos de coqueiro-anão utilizando técnicas de análise multivariada. **Magistra**, Cruz das Almas, v. 24, p.348-359, 2012.

SUGIMURA, Y.; ITANO, M.; SALUD, C.D.; OTSUJI, K.; YAMAGUCHI, H. Biometric analysis on diversity of coconut palm: cultivar classification by botanical and agronomical traits. **Euphytica**, Wageningen, v. 98, p: 29–35, 1997.

Sri Lanka Medical Association. **Coconut fats.** The Ceylon Medical Journal v. 51, n.2, 2006.

TUPINAMBÁ, E.A.; BUENO, A.X. **Características básicas das variedades de coqueiro do BAG de coco.** Aracaju: Embrapa Tabuleiros Costeiros, 1999 (Embrapa Tabuleiros Costeiros. Pesquisa em Andamento, 79).

PASSOS, E.E.M., CARDOSO, B.T. **Avaliação da produção de óleo em três cultivares de coqueiro-anão.** Aracaju: Embrapa Tabuleiros Costeiros, 2011(Embrapa Tabuleiros Costeiros. Comunicado Técnico, 114).

VARGAS, A.; BLANCO, F. Fruit characterization of *Cocos nucifera* L. (Arecaceae) cultivars from the Pacific coast of Costa Rica and the Philippines. **Genetic Resources and Crop Evolution**, Gatersleben v. 47, p.: 483–487, 2000.

WADT, L. H. O. Avaliação de divergência genética em coqueiro (*Cocos nucifera*, L.) usando marcadores RAPD em amostras de plantas individuais ou compostas. 1997. 109f. Tese (Doutorado em Produção Vegetal) – Universidade Estadual do Norte Fluminense, Campos dos Goytacazes, 1997.

YAO, S.D.M.; KONAN, K.J.L.; SIE, R.S.; DIARRASSOUBA, N.; LEKADOU, N.T.T.; KOFFI, E.B.Z.; YOBOUE, K.; BOURDEIX, R.; ISSALI, A.E.; DOH, F.; ALLOU, K.; ZORO BI, A. I. Fiabilité d'une liste minimale de descripteurs agromorphologiques recommandée par le COGENT dans l'étude de la diversité génétique du cocotier (*Cocos nucifera* L.). **Journal of Animal & Plant Sciences**, Lahore v. 26, n.1, p.4006-4022, 2015.

Capítulo I

DIVERSIDADE GENÉTICA ENTRE ACESSOS DE COQUEIRO- GIGANTE¹

¹Artigo submetido e aprovado pelo comitê editorial do periódico científico da Revista Caatinga.

DIVERSIDADE GENÉTICA ENTRE ACESSOS DE COQUEIRO-GIGANTE¹

Kamila Marcelino Brito Sobral^{1*}, Manoel Abílio de Queiroz²; Semíramis Rabelo Ramalho Ramos³; Carlos Alberto da Silva Ledo⁴; Carina Mendes Loiola⁵; Jéssica Barros Andrade⁶

¹Doutoranda em Recursos Genéticos Vegetais, milambrito@hotmail.com;² Professor da Universidade Estadual da Bahia, Juazeiro-BA, Brasil; ³ Pesquisadora da Embrapa Tabuleiros Costeiros, Aracaju-SE, Brasil; ⁴Pesquisador da Embrapa Mandioca e Fruticultura, Cruz das Almas- BA, Brasil; ⁵Pesquisadora, Feira de Santana-BA, Brasil; ⁶Mestranda em Recursos Genéticos Vegetais, Feira de Santana-BA, Brasil.

RESUMO- O coqueiro-gigante (*Cocos nucifera* L.) tem grande importância socioeconômica no Brasil e foi primeiramente introduzido no litoral da região Nordeste, onde é explorado de forma semi-extrativista. O objetivo desse trabalho foi quantificar a divergência genética entre os acessos introduzidos e conservados no Banco Internacional de Germoplasma de Coco para América Latina e Caribe, verificar a eficiência dos descritores utilizados na discriminação dos acessos e indicar os essenciais para etapas de caracterização e avaliação. Foram avaliados os acessos: Gigante-da-Polinésia; Gigante-de-Tonga; Gigante-do-Oeste-Africano; Gigante-de-Rennel; Gigante-de-Rotuma; Gigante-de-Vanuatu; Gigante-da-Malásia e Gigante-da-Praia-do-Forte. Utilizou-se 34 descritores quantitativos recomendados para a espécie. A divergência genética foi estimada pela distância generalizada de Mahalanobis e o agrupamento foi realizado pelo método UPGMA. A importância relativa dos descritores foi mensurada de acordo com os métodos de Singh e Jolliffe e as variáveis foram selecionadas levando-se em consideração as informações coincidentes nos dois métodos, eliminando-se aqueles que foram descartados em ambos os procedimentos. Utilizando as características agronômicas detectou-se que a primeira variável canônica explicou 90,25% da variância total. Os descritores mais eficientes para detecção da divergência genética foram: circunferência equatorial do fruto, circunferência polar da noz, circunferência equatorial da noz, volume do endosperma, peso total do fruto e noz, altura de estipe, circunferência a 150 cm do

solo, número de folíolos e número de cachos por planta. Os acessos mais dissimilares pelas características agronômicas foram o Gigante-de-Rotuma e Gigante-do-Oeste-Africano, os quais podem ser prioritariamente indicados como genitores para a formação de populações segregantes em programas de melhoramento.

Termos de indexação: *Cocos nucifera* L.. Recursos genéticos. Variabilidade genética. Germoplasma.

GENETIC DIVERSITY ASSESSMENT AMONG TALL COCONUT PALM

ABSTRACT- The tall coconut palm (*Cocos nucifera* L.) has great socio-economic importance in Brazil and was first introduced on the coast of the Northeast region, which is exploited in semi-extractive way. The objective of this study was to quantify the genetic divergence among the introduced accessions and preserved in the International Coconut Genebank for Latin America and the Caribbean, and to estimate the efficiency of the descriptors used in the genetic discrimination of the accessions. The accessions evaluated were Polynesian Tall; Tonga Tall; West African Tall; Rennell Island Tall; Rotuman Tall; Vanuatu Tall ; Malayan Tall and Brazilian Tall-Praia do Forte-. Thirty four quantitative descriptors recommended for the species were used. Genetic divergence among accessions was estimated by Generalized Mahalanobis distance and the clustering was carried out by UPGMA method. The relative importance of the descriptors was measured according to Singh and Jolliffe. Using the agronomic characteristics, the first canonical variable explained about 90,25% of the total variance. The most efficient descriptors for detecting genetic divergence were: equatorial girth of the fruit, polar and equatorial girth of the nut, water volume, fruit and nut weight, stem height, stem girth at 150 cm above the soil, number of leaflets and bunches per plant. The most dissimilar accessions using the agronomic traits were the Rotuman Tall and West African Tall and they can be primarily indicated as parents for breeding programs.

Key-words: *Cocos nucifera* L.. Genetic resources. Quantitative characterization. Genetic variability. Germplasm.

INTRODUÇÃO

O coqueiro (*Cocos nucifera* L.) é uma espécie exótica que, servindo aos portugueses nas suas expedições à América, foi introduzido no Brasil, em 1553, na Bahia, região Nordeste do Brasil (HARRIES, 1977)). As populações naturais encontram-se integradas à paisagem das áreas litorâneas e a variedade de coco comum encontrada na Bahia é muito similar a outras variedades vistas na Jamaica, América do Sul e Oeste e Leste da África (ROMNEY e DIAS, 1979), assim como com outras variedades pertencentes ao grupo Indo-Atlântico (MARTINEZ et al., 2009).

O Brasil possui 271 mil hectares cultivados com coqueiro, distribuídos em quase todo o território nacional (FAOSTAT, 2016). Cerca de 70% da produção de coco está localizada na faixa litorânea do Nordeste e parte da região Norte. Contudo, as áreas de produção, em sua grande maioria, ainda são exploradas de forma semi-extrativista. A cultura possui baixa produtividade média devido ao cultivo de genótipos não melhorados que apresentam baixo potencial produtivo e instabilidade de produção, assim como susceptibilidade a estresses bióticos e abióticos.

Aliado a isso, a base genética do germoplasma cultivado no Brasil, é estreita, assim como o germoplasma conservado. No entanto, vale ressaltar que na década de 80 teve início, no Brasil, do programa melhoramento de coco e para tanto, acessos foram introduzidos formando o Banco Ativo de Germoplasma (BAG) da espécie (ARAGÃO et al., 2016). Devido às inúmeras limitações técnicas para a movimentação segura do germoplasma, o BAG é composto por um número reduzido de acessos. Contudo, é o segundo BAG mais importante das Américas, o principal da América do Sul e o único do país, constituído de acessos introduzidos de diferentes regiões geográficas do mundo e coletados no litoral da região Nordeste do Brasil. Em 2006, o BAG foi vinculado à Rede Internacional de Recursos Genéticos de Coco (COGENT-BIOVERSTY) e assim, elevado à categoria internacional, sendo

denominado Banco Internacional de Germoplasma de Coco para a América Latina e Caribe (ICG-LAC) (LOIOLA et al., 2016).

Embora o Brasil seja o quarto maior produtor mundial, constata-se ainda uma demanda reprimida por parte do setor público e privado, na busca por novos genótipos e conseqüentemente, variabilidade genética. Aliado a isso, a cultura ainda apresenta problemas de pragas e doenças, a exemplo da ameaça de entrada do amarelecimento letal (LYD), classificada no Brasil como (Praga A₁), pelo Ministério da Agricultura, Pecuária e Abastecimento (MAPA), a qual já causou sérios prejuízos no México, Jamaica e outras regiões do Caribe (OROPEZA et al, 2005). Sendo assim, o conhecimento aprofundado acerca das características dos acessos conservados, bem como a estimativa da variabilidade genética aumentará a possibilidade de uso e atendimento às necessidades dos programas preventivos de melhoramento para o país.

O objetivo desse trabalho foi quantificar a divergência genética entre os acessos de coqueiro-gigante conservados no ICG-LAC e verificar a eficiência dos descritores utilizados na discriminação dos acessos, indicando os descritores essenciais para etapas de caracterização e avaliação de germoplasma de coco.

MATERIAL E MÉTODOS

No período de maio a agosto de 2015 foram avaliados oito acessos de coqueiro-gigante conservados no ICG-LAC, localizado no Campo Experimental do Betume (CEB), no município de Neópolis/SE (10°26' S, 36°32' W e 28 m de altitude).

De acordo com a classificação de Köppen, o clima da região de Neópolis é do tipo A's (tropical chuvoso com verão seco). A pluviosidade média anual é de 1.270 mm, dos quais 71,8% ocorrem nos períodos de chuva (abril a setembro) e 28,2% nos de seca (outubro a março). A evapotranspiração média anual é de 177,09 mm, com temperaturas médias máximas de 30°C e mínimas de 19,4°C, com média anual em torno de 24,7°C e apresenta umidade relativa média de 76,67 %. O solo do campo experimental é classificado como Neossolo Quartzareno, de baixa fertilidade natural. As adubações foram realizadas de acordo com as análises de solos e foliares. As plantas estão sendo cultivadas em condições de sequeiro. Os tratos

culturais consistiram no coroamento químico e na roçagem mecanizada entre as linhas de plantio.

Os acessos estavam dispostos no delineamento experimental em blocos ao acaso, em três repetições, com 32 plantas úteis por parcela, com 33 anos de idade, em um espaçamento de 9m x 9m x 9m, em triângulo equilátero, exceto para os acessos Gigante-de-Vanuatu e o Gigante-da-Malásia, que apresentavam duas repetições cada, devido a perdas na instalação do BAG. Foram selecionadas para avaliação dez plantas de cada acesso -: Gigante-da-Polinésia-GPY; Gigante-da-Praia-do-Forte-GBrPF; Gigante-de-Tonga-GTG; Gigante-do-Oeste-Africano-GOA; Gigante-de-Rennel-GRL; Gigante-de-Rotuma-GRT; Gigante-de-Vanuatu-GVT e Gigante-da-Malásia-GML.

Para avaliação dos descritores vegetativos foi utilizada a folha de número 14, em cada planta, e para a avaliação dos componentes de fruto foram avaliados três frutos/planta/acesso/repetição, cujas inflorescências foram marcadas previamente e os frutos colhidos aos onze meses após a frutificação.

Foram utilizados descritores quantitativos presentes na lista descritiva (IPGRI, 1995): AE - altura do estipe (m), CE20 -circunferência do estipe a 20 cm do solo (cm), CE150 - circunferência do estipe a 150 cm do solo (m), CTF11 - comprimento de 11 cicatrizes foliares (cm), NFV - número de folhas vivas (unidade), CF - comprimento de folha (m), CPE - comprimento do pecíolo (m), LPE - largura do pecíolo (cm), NFOL - número de folíolos (unidade), CFOL - comprimento do folíolo (m), LFOL - largura do folíolo (cm), NFF - número de flores femininas (unidade), NINF- número de inflorescências DEQF - diâmetro equatorial do fruto (cm), DPOF - diâmetro polar do fruto (cm), CIPOF - circunferência polar do fruto (cm), CIEQF - circunferência equatorial do fruto (cm), DPNOZ - diâmetro polar da noz do fruto (mm), DQNOZ - diâmetro equatorial da noz do fruto (mm), CIPNOZ - circunferência polar da noz (cm), CIEQNOZ - circunferência equatorial da noz (cm), VL - volume do endosperma (ml), TSS- teor de sólido solúveis totais do endosperma (°Brix), pH – pH do endosperma (pH), PTF - peso total do fruto (kg), PFSA - peso do fruto sem endosperma (kg), PAS - peso do albúmen sólido (kg), PC - peso do endocarpo (kg), PNZ - peso da noz (kg), PCAS - peso do epicarpo (kg), EALS - espessura do

albúmen sólido (mm), EC - espessura do endocarpo (mm), NF- número de frutos (unidade) e NC - número de cachos (unidade).

A seleção dos descritores foi realizada por dois procedimentos: 1) Seleção direta, onde foram eliminados os descritores que apresentaram maior coeficiente de ponderação em valor absoluto (autovetor) na variável canônica de menor autovalor, partindo do último componente até aquele cujo autovalor não excedesse a 0,70 (JOLLIFFE, 1972 e 1973); e 2) Método proposto por Singh (1981), levando-se em consideração a contribuição relativa de cada descritor para a divergência genética. Consideraram-se variáveis com valor abaixo de 4% como passíveis de descarte. As análises de variáveis canônicas e de seleção de variáveis foram realizadas com auxílio do programa Genes (CRUZ, 2013). O descarte definitivo das variáveis foi efetuado levando-se em consideração as informações coincidentes nos dois métodos, eliminando-se aqueles que foram descartados em ambos os procedimentos.

Visando auxiliar a decisão quanto ao descarte de uma determinada variável foram estimados os coeficientes de correlação parcial de Pearson entre as variáveis descartadas e as selecionadas. Os coeficientes de correlação parcial foram obtidos a partir da matriz de somas de quadrados e produtos do resíduo obtido na análise de variância multivariada com auxílio do programa estatístico SAS (SAS INSTITUTE, 2003).

Para as variáveis selecionadas foi realizada análise de agrupamento considerando-se a distância generalizada de Mahalanobis e o agrupamento hierárquico foi obtido a partir da matriz de distância genética utilizando o método UPGMA - *Unweighted Pair Group Method with Arithmetic Mean* (SNEATH; SOKAL, 1973). Todas as análises de agrupamento foram realizadas com auxílio do programa Genes (CRUZ, 2013). A consistência dos agrupamentos foi determinada pelo coeficiente de correlação cofenético de acordo com Sokal e Rohlf (1962). A significância dos coeficientes de correlação cofenético foi calculada pelo teste de Mantel com 1000 permutações (MANTEL, 1967). O ponto de corte foi definido pelo método do pseudo-T2 obtido com auxílio do pacote "NbClust" do programa computacional R (CHARRAD et al., 2015).

RESULTADOS E DISCUSSÃO

A análise das características agronômicas por meio das variáveis canônicas explicou, na primeira variável, cerca de 90,25% da variância total. Dentre os descritores aplicados, o CIEQF, CIPNOZ, CIEQNOZ, VL, PTF e PNZ foram os que mais contribuíram para essa variação (Tabelas 1 e 2). Foi possível observar que existe consistência nos descritores selecionados para averiguar a divergência genética, principalmente, por tamanho e peso de fruto, características estas de grande importância comercial (Tabela 2).

Tabela 1. Autovalores, variância total (%) e variância total acumulada (%) para cada uma das variáveis canônicas utilizando características agronômicas.

Variável canônica	Autovalores	Variância Total (%)	Variância total Acumulada (%)
VC1	51303,07	90,25	90,25
VC2	3419,81	6,02	96,27
VC3	1809,98	3,18	99,45
VC4	221,78	0,39	99,84
VC5	77,59	0,14	99,98
VC6	8,43	0,01	100,00
VC7	2,19	0,00	100,00

Utilizando os descritores vegetativos, verificou-se que a primeira variável canônica foi responsável por 81,73% da variância total, sendo os descritores AE, CE150, NFOL e NC, aqueles que mais contribuíram para divergência entre os acessos avaliados. Estes descritores estão relacionados ao desenvolvimento, nutrição e produção das plantas, os quais são de rápida mensuração, quando comparados com os descritores de fruto, de baixo custo, e eficazes para a diferenciação dos acessos (Tabela 3 e 4). De acordo com Cruz et al. (2011), uma vez que há, nas primeiras variáveis, a concentração de grande proporção da variância total, acima de 80%, é viável o estudo da divergência genética por meio das distâncias geométricas entre genótipos em gráficos de dispersão.

Tabela 2. Contribuição relativa dos caracteres para diversidade segundo Singh (1981) e pela análise de coeficientes de ponderação obtidos por variáveis canônicas utilizando características agrônômicas.

Variáveis *	Singh Sij (%)	VC 1 (90,16%)	VC 2 (5,64%)
DPOF	1,88	16,26	8,03
CIPOF	4,65	21,14	-18,51
CIEQF	5,69	-41,94	-0,63
CIPNOZ	7,50	-43,62	2,10
CIEQNOZ	17,83	78,70	-8,60
VL	15,11	-40,85	10,62
TSS	0,16	0,15	2,80
pH	1,08	-14,40	-0,95
PTF	2,57	39,27	13,94
PNZ	15,32	-36,60	-4,89
EALS	6,95	7,07	3,83
EC	0,77	-6,95	1,84
DQNOZ	20,50	24,39	-3,54

* DPOF: diâmetro polar do fruto (cm); CIPOF: circunferência polar do fruto (cm); CIEQF: circunferência equatorial do fruto (cm); CIPNOZ: circunferência polar da noz (cm); CIEQNOZ: circunferência equatorial da noz (cm); VL: volume do endosperma líquido (ml); ° TSS: teor sólido solúveis totais do endosperma líquido; pH: pH do endosperma líquido; PTF: peso total do fruto (kg); PNZ: peso da noz (kg); EALS: espessura do endosperma sólido (mm); EC: espessura do endocarpo (mm); DQNOZ: diâmetro equatorial da noz do fruto (mm).

Assim como o resultado apresentado, outros trabalhos também utilizaram as variáveis canônicas com intuito de avaliar os descritores responsáveis pela variação da divergência. Ribeiro et al. (1999) avaliaram acessos de coqueiro-gigante e obtiveram como resultado a variação total de 95,12%, entre as três primeiras variáveis canônicas. Entretanto, verifica-se a não utilização ampla das variáveis canônicas, provavelmente, devido a não existência de delineamento experimental ou pelos dados não apresentarem normalidade e por isso foram utilizadas outras técnicas como a dos componentes principais (ZIZUMBO-VILLARREAL et al., 2001, LOIOLA, 2014, OYOO et al., 2015, YAO et al., 2015).

Tabela 3. Autovalores, variância total (%) e variância total acumulada (%) para cada uma das variáveis canônicas avaliadas por meio das características vegetativas.

Variável canônica	Autovalores	Variância Total (%)	Variância total Acumulada (%)
VC1	75587,57	81,73	81,73
VC2	14789,02	15,99	97,72
VC3	2086,19	2,26	99,98
VC4	10,63	0,01	99,99
VC5	4,57	0,00	100,00
VC6	2,65	0,00	100,00
VC7	1,15	0,00	100,00
VC8	0,00	0,00	100,00

Tabela 4. Contribuição relativa dos caracteres para diversidade segundo Singh (1981) e pela análise de coeficientes de ponderação obtidos por variáveis canônicas de características vegetativas.

Variáveis*	Singh Sij (%)	VC 1 (92,12%)	VC 2 (7,28%)
AE	25,23	13,63	1,89
CE_20	5,03	-6,33	0,84
CE_150	28,00	15,29	-1,77
CTF11	0,41	2,58	3,02
NFV	8,66	8,13	-5,25
CF	3,88	-8,33	-11,13
CPE	0,36	2,13	7,63
NFOL	12,81	10,74	-1,83
CFOL	3,44	-3,96	6,03
LFOL	1,39	-1,32	2,39
EPE	5,73	-6,21	-6,79
NF	1,95	1,21	11,86
NC	3,13	16,50	-4,25

*AE: altura do estipe (m); CE_20: circunferência do estipe a 20 cm do solo (cm); CE_150: circunferência do estipe a 150 cm do solo (cm); CTF11: comprimento de 11 cicatrizes (cm); NFV: número de folhas vivas; CF: comprimento da folha (m); CPE: comprimento do pecíolo (cm); NFOL: número de folíolos; CFOL: comprimento do folíolo (cm); LFOL: largura do folíolo (cm); EPE: espessura do pecíolo (mm); NF: frutos; NC: número de cachos.

A análise por variáveis canônicas, quando utilizadas em estudos de divergência genética, tem como propósito identificar os genótipos similares em gráficos de dispersão (CRUZ et al., 2011). Os resultados obtidos possibilitaram de forma eficiente a visualização gráfica bidimensional dos acessos de coqueiro-gigante analisados, utilizando a primeira e a segunda variáveis canônicas (Figuras 1 e 2).

Na comparação entre os dois gráficos de dispersão pode-se observar que os acessos não se agruparam de maneira igual, resultando na formação de diferentes grupos, isto se deve às características analisadas que são de natureza quantitativa, controladas por muitos genes e que tem forte interferência ambiental. Apesar dos grupos não terem sido exatamente iguais, poucas foram às mudanças, pois entre os oito acessos avaliados apenas o GML e GTG não foram coincidentes nos dois grupos de dados. Na Figura 1, os acessos GPY, GRT e GTG, permaneceram mais próximos uns dos outros, e o GBrPF, GOA, GVT, GML e GRL formaram um segundo grupo. Já na Figura 2, utilizando os descritores morfológicos os acessos GPY, GRT e GML, apresentaram-se mais similares e os acessos GBrPF, GTG, GVT, GOA e GRL formaram um segundo grupo.

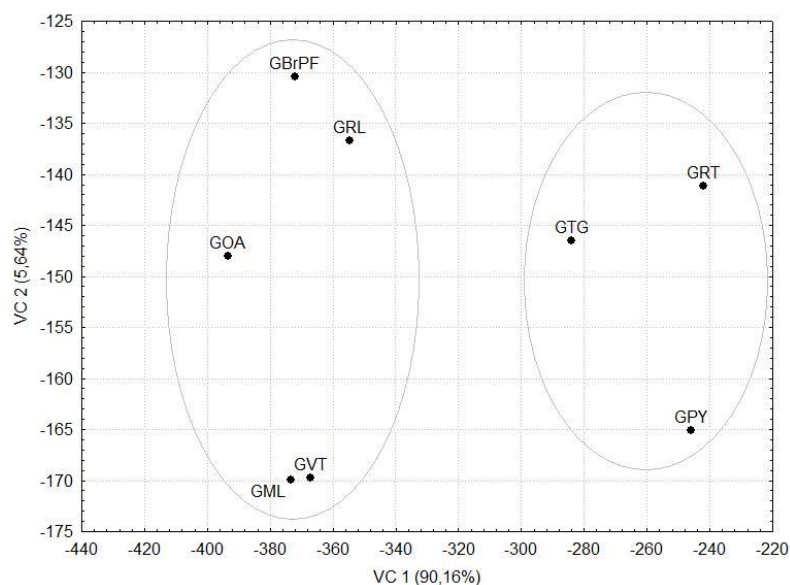


Figura 1. Dispersão dos escores de oito acessos de coqueiro-gigante em relação às duas primeiras variáveis canônicas (VC1 e VC2) e variância acumulada (%), tendo como base características agrônômicas.

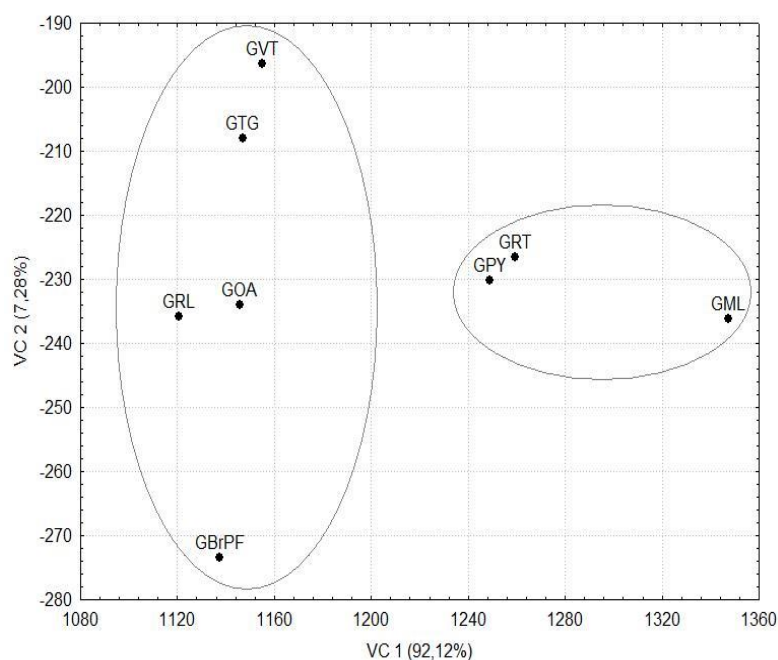


Figura 2. Dispersão dos escores de oito acessos de coqueiro-gigante em relação às duas primeiras variáveis canônicas (VC1 e VC2) e variância acumulada (%), tendo como base características vegetativas.

Foram descartados os descritores: DEQF, PFSA, PAS, PC, PCAS, DPNOZ, EPE, LPE e NFOL. Pelo coeficiente de Singh (1981) o descritor VL (26,70%) foi o que apresentou maior importância entre os descritores selecionados, seguido de CIEQNOZ (17,16%), AE (17,04%) e CIPNOZ (12,85%) (Tabela 5).

Indica-se a permanência dos descritores CTF11 e LFOL pois, apesar de terem sido descartados pelo critério de Singh (1981) e Jolliffe (1972,1973), são importantes para inferir sobre desenvolvimento das plantas (Tabela 5). Enquanto o descritor CTF11 infere, sobre o desenvolvimento da planta com relação a taxa de crescimento do estipe, que é mais intensa nos primeiros anos da planta, a mensuração do descritor largura do folíolo infere sobre o bom desenvolvimento da planta e estado nutricional.

Tabela 5. Variáveis pré-selecionadas e selecionadas com base nos métodos de Singh e Jolliffe.

Variáveis	Pré-seleção			Selecionadas
	Singh		Jolliffe	
	Sij (%)	Descarte	Descarte	
DPOF	0,28	D3	S	S
DEQF	3,02	D10	D9	D
CIPOF	7,44	S	D5	S
CIEQF	4,65	S	D10	S
CIPNOZ	12,85	S	S	S
CIEQNOZ	17,16	S	D11	S
VL	26,70	S	D4	S
TSS	0,86	D6	S	S
pH	0,20	D1	S	S
PTF	7,37	S	D3	S
PFSA	3,98	D12	D7	D
PAS	1,47	D7	D6	D
PC	0,24	D2	D12	D
PNZ	4,36	S	D2	S
PCAS	2,39	D9	D8	D
EALS	0,62	D4	S	S
EC	0,64	D5	S	S
DPNOZ	3,90	D11	D1	D
DQNOZ	1,86	D8	S	S
AE	17,04	S	S	S
CE_20	5,20	S	D1	S
CE_150	2,61	D5	S	S
CTF11	3,18	D7	D2	D
NFV	2,02	D3	S	S
CF	6,41	S	D3	S
CPE	4,72	S	D6	S
EPE	3,96	D8	D7	D
LPE	1,51	D1	D4	D
NFOL	3,11	D6	S	S
CFOL	1,76	D2	S	S
LFOL	2,31	D4	D8	D
NF	10,81	S	S	S
NC	5,71	S	D5	S

S = selecionadas, D = descartadas *DPOF: diâmetro polar do fruto (cm); DEQF: diâmetro equatorial do fruto (cm) CIPOF: circunferência polar do fruto (cm); CIEQF: circunferência equatorial do fruto (cm); CIPNOZ: circunferência polar da noz (cm); CIEQNOZ: circunferência equatorial da noz (cm); VL: volume do endosperma líquido (ml); TSS : teor sólido solúveis totais do endosperma líquido; pH: pH do endosperma líquido; PTF: peso total do fruto (kg); PFSA: peso do fruto sem endosperma líquido (kg); PAS: peso do endosperma sólido (kg); PC: peso do endocarpo (kg); PNZ: peso da noz (kg);

PCAS: peso do epicarpo (kg); EALS: espessura do endosperma sólido (mm); EC: espessura do endocarpo (mm); DPNOZ: diâmetro polar da noz do fruto (mm); DENOZ: diâmetro equatorial da noz do fruto (mm); AE: altura do estipe (m); CE_20: circunferência do estipe a 20 cm do solo (cm); CE_150: circunferência do estipe a 150 cm do solo (cm); CTF11: comprimento de 11 cicatrizes (cm); NFV: número de folhas vivas; CF: comprimento da folha (m); CPE: comprimento do pecíolo (cm); EPE: espessura do pecíolo (mm); LPE: largura do pecíolo (cm); NFOL: número de folíolos; CFOL: comprimento do folíolo (cm); LFOL: largura do folíolo (cm); NF: número de frutos; NC: número de cachos.

As correlações parciais estabelecidas mostraram-se significativa e positiva para a maioria dos descritores avaliados e demonstram que o descarte das características selecionadas não irá ocasionar perda de informações caso não sejam utilizados nas próximas avaliações realizadas no banco de germoplasma, pois os descritores selecionados apresentaram, para a maioria das correlações, significância de 1% com os descritores descartados. O pH e o TSS não apresentaram diferença significativa com os descritores descartados. Estas características são de natureza química e não contem uma relação específica com tamanho e peso de fruto, mas são importantes para determinar a qualidade da água (Tabela 6).

Tabela 6. Coeficientes de correlação parcial entre as variáveis descartadas e as selecionadas quanto a características agrônômicas.

Selecionadas	Descartadas					
	DEQF	PFSA	PAS	PC	PCAS	CPNOZ
DPOF	0,66**	0,64**	0,51 ^{ns}	0,66**	0,75**	0,43 ^{ns}
CIPOF	0,83**	0,83**	0,59*	0,82**	0,79**	0,57*
CIEQF	0,94**	0,91**	0,82**	0,92**	0,73**	0,83**
CIPNOZ	0,85**	0,89**	0,90**	0,90**	0,58*	0,92**
CIEQNOZ	0,85**	0,78**	0,94**	0,88**	0,41 ^{ns}	0,97**
VL	0,93**	0,84**	0,89**	0,93**	0,52*	0,90**
TSS	-0,23 ^{ns}	-0,20 ^{ns}	-0,05 ^{ns}	-0,14 ^{ns}	-0,44 ^{ns}	0,09 ^{ns}
pH	0,11 ^{ns}	-0,04 ^{ns}	0,28 ^{ns}	0,10 ^{ns}	0,02 ^{ns}	0,25 ^{ns}
PTF	0,94**	0,96**	0,74**	0,95**	0,82**	0,76**
PNZ	0,88**	0,84**	0,95**	0,92**	0,50 ^{ns}	0,95**
EALS	0,08 ^{ns}	-0,06 ^{ns}	0,49 ^{ns}	-0,01 ^{ns}	-0,36 ^{ns}	0,42 ^{ns}
EC	0,47 ^{ns}	0,58*	0,27 ^{ns}	0,60*	0,49 ^{ns}	0,29 ^{ns}
DQNOZ	0,80**	0,78**	0,96**	0,84**	0,37 ^{ns}	0,98**

** e * significativo a 1 e 5%, respectivamente, pelo teste de t. ^{ns} não significativo. DPOF: diâmetro polar do fruto (cm); CIPOF: circunferência polar do fruto (cm); CIEQF: circunferência equatorial do fruto (cm); CIPNOZ: circunferência polar da noz (cm); CIEQNOZ: circunferência equatorial da noz (cm); VL: volume do endosperma líquido (ml); TSS: teor sólido solúveis totais do endosperma líquido; pH: pH do endosperma líquido; PTF: peso total do fruto (kg); PNZ:

peso da noz (kg); EALS: espessura do endosperma sólido (mm); EC: espessura do endocarpo (mm); DPNOZ: diâmetro polar da noz do fruto (mm).

Percebe-se, por meio da correlação parcial de Pearson, que os descritores relacionados ao tamanho, peso e espessuras dos componentes do fruto estão correlacionados indicando que a utilização de menor número de descritores poderá reduzir tempo e custo e, ao mesmo tempo, fornecer as informações necessárias quanto a estudos de divergência genética entre acessos de coqueiro-gigante. O mesmo é demonstrado quanto às características vegetativas EPE e LPE, as quais apresentaram significância com os descritores relacionados a estrutura foliar (Tabela 7).

Tabela 7. Coeficientes de correlação parcial entre as variáveis descartadas e as selecionadas quanto a características vegetativas.

Selecionadas	Descartadas			
	CTF11	EPE	LPE	LFOL
AE	0,22 ^{ns}	-0,29 ^{ns}	0,09 ^{ns}	-0,33 ^{ns}
CE_20	0,13 ^{ns}	0,24 ^{ns}	0,37 ^{ns}	-0,21 ^{ns}
CE_150	-0,06 ^{ns}	0,08 ^{ns}	-0,30 ^{ns}	0,06 ^{ns}
NFV	-0,07 ^{ns}	0,55*	0,54 ^{ns}	0,25 ^{ns}
CF	-0,09 ^{ns}	0,56*	0,73**	-0,11 ^{ns}
CPE	-0,31 ^{ns}	0,67**	0,58*	0,12 ^{ns}
NFOL	0,31 ^{ns}	0,26 ^{ns}	0,60 ^{ns}	0,26 ^{ns}
CFOL	0,26 ^{ns}	0,18 ^{ns}	0,49 ^{ns}	0,14 ^{ns}
NF	-0,29 ^{ns}	0,42 ^{ns}	0,80**	-0,20 ^{ns}

** e * significativo a 1 e 5%, respectivamente, pelo teste de t ^{ns} não significativo.

Para as características relacionadas aos descritores vegetativos os acessos mais próximos foram o GTG e GML e os mais distantes foram o GRL e GVT (Tabela 9). A divergência encontrada entre os acessos Gigante-de-Rotuma (GRT) e Gigante-do-Oeste-Africano (GOA) pode ser explicada pela origem geográfica, em função de pertencerem a populações distintas, sendo o GOA é oriundo da Costa do Marfim e o GRT procedente das Ilhas Fiji; o mesmo acontece para a divergência entre o Gigante-de-Rennel e Gigante-de-Vanuatu, ambos com origem no Sul do Pacífico, mas, de diferentes países, sendo o GRL das Ilhas Salomão e o GVT de Vanuatu.

De forma preditiva, infere-se que os acessos que possuem maiores dissimilaridades a aqueles de origem Indo-Atlântica, poderão auxiliar na seleção prévia de progenitores para cruzamentos de importância para os programas de melhoramento genético no Brasil. Por exemplo, direcionar cruzamentos visando o melhoramento preventivo ao amarelecimento letal. Esta doença é causada por um fitoplasma e afeta de forma severa a cultura do coco em algumas áreas da América e Caribe, localizadas na Jamaica, Florida, Belize, Cuba, Haiti, Honduras, República Dominicana e México (MARINHO, BATISTA, MILLER, 2002; OROPEZA et al., 2005; MYRE et al, 2014), e relatos indicam que vem dizimando muitas plantações. Apesar do Brasil já ter iniciado estudos e medidas para contingência, se a taxa de disseminação continuar, o fitoplasma poderá alcançar a América do Sul. Alguns trabalhos realizados com produção de híbridos têm tido bons resultados relacionados à resistência como, por exemplo o cruzamento entre o Anão-verde-do-Sri Lanka x Gigante-Vanuatu (DARE et al. 2010).

Dentre todas as variedades avaliadas até o momento, aquelas originárias do Sudeste Asiático apresentam maior resistência ao amarelecimento letal, sugerindo que os ancestrais destas populações tenham contraído a mesma doença ou outra similar e assim obtendo resistência ou tolerância (BAUDOUIN et al., 2009). Ciente da proximidade genética entre o Gigante-do-Oeste-Africano (GOA) e todas as populações de coqueiro-gigante estabelecidos no Brasil (RIBEIRO et al., 2010; LOIOLA, 2014, LOIOLA et al., 2016,) é necessário um planejamento estratégico que envolva trabalhos com fitopatologia, genética molecular e melhoramento para a avaliação e obtenção de variedades e híbridos que sejam resistentes ao amarelecimento letal pois, caso apareça no Brasil, provavelmente, serão observadas grandes perdas nos plantios de todo o país.

O direcionamento para cruzamentos pode, também, ser realizado com base nas características comerciais como, peso de fruto, noz, albúmen sólido e volume de água. De acordo com o trabalho realizado por Ribeiro et al. (2000), o acesso GRT apresenta frutos grandes, com peso em torno de 1.543 g, possui ótima composição de fruto, com alto peso de albúmen (536 g) e maior peso de copra (309 g). O acesso GOA, apresenta frutos, com peso de 1.041 g, superando apenas o GVT (909 g), porém apresenta maior percentagem de casca 146.4% o endosperma é pouco

espesso, mas é rico em óleo e proteínas e é o mais homogêneo. Estes acessos apresentaram maiores distâncias genéticas por meio das características agrônômicas e possuem caracteres comerciais de interesse como, por exemplo, maior peso de copra, alto peso de albúmen, peso de casca e alto teor de óleo que podem atender, conjunta ou isoladamente, a indústria e a agricultura. Desta forma, o cruzamento entre esses dois acessos GOA x GRT poderá fortalecer os programas de melhoramento para a produção de novos híbridos com características comerciais promissoras para o Brasil.

Tabela 8. Matriz de distância generalizada de Mahalanobis de oito acessos de coqueiro-gigante com base nas características agrônômicas.

Acesso*	GBrPF	GTG	GOA	GRL	GRT	GVT	GML
GPY	17278,13	1836,60	22050,32	13277,92	624,70	14739,44	16430,46
GBrPF		8265,74	958,54	1840,68	17253,38	1686,45	2180,40
GTG			12074,13	5809,71	1878,81	7633,07	8703,52
GOA				2602,22	23137,42	1254,48	1363,33
GRL					13380,27	2279,14	1753,79
GRT						16569,93	18258,08
GVT							547,02

*GPY: Gigante-da-Polinésia; GBrPF: Gigante-da-Praia-do-Forte; GTG: Gigante-de-Tonga; GOA: Gigante-do-Oeste-Africano; GRL: Gigante-de-Rennel; GRT: Gigante-de-Rotuma; GVT: Gigante-de-Vanuatu; GML: Gigante-da-Malásia

Tabela 9. Matriz de distância generalizada de Mahalanobis de oito acessos de coqueiro-gigante com base nas características vegetativas.

Acesso*	GTG	GOA	GRL	GRT	GVT	GML
GPY	14343,02	10925,10	10771,50	16636,52	179,59	10081,94
GBrPF		4392,53	1707,94	1917,53	17142,04	6250,30
GTG			764,47	1667,24	13064,16	283,76
GOA				707,30	13055,03	1560,08
GRL					19478,08	2863,09
GRT						11899,35

*GPY: Gigante-da-Polinésia; GBrPF: Gigante-da-Praia-do-Forte; GTG: Gigante-de-Tonga; GOA: Gigante-do-Oeste-Africano; GRL: Gigante-de-Rennel; GRT: Gigante-de-Rotuma; GVT: Gigante-de-Vanuatu; GML: Gigante-da-Malásia

Foi realizada a análise de agrupamento hierárquico pelo método UPGMA baseado na distância de Mahalanobis (D2ii'). O dendrograma gerado apresentou alto valor do coeficiente de correlação ($r = 0.8671^{**}$), validando o método de

agrupamento utilizado. O método de agrupamento UPGMA permitiu formar um dendrograma (Figura 3) composto por dois grupos, estes semelhantes ao gráfico de dispersão por variáveis canônicas, o qual o primeiro grupo G1 foi formado pelos acessos GPY, GRT e GTG e o segundo grupo G2 formado pelos acessos GBrPF, GOA, GVT, GML e GRL.

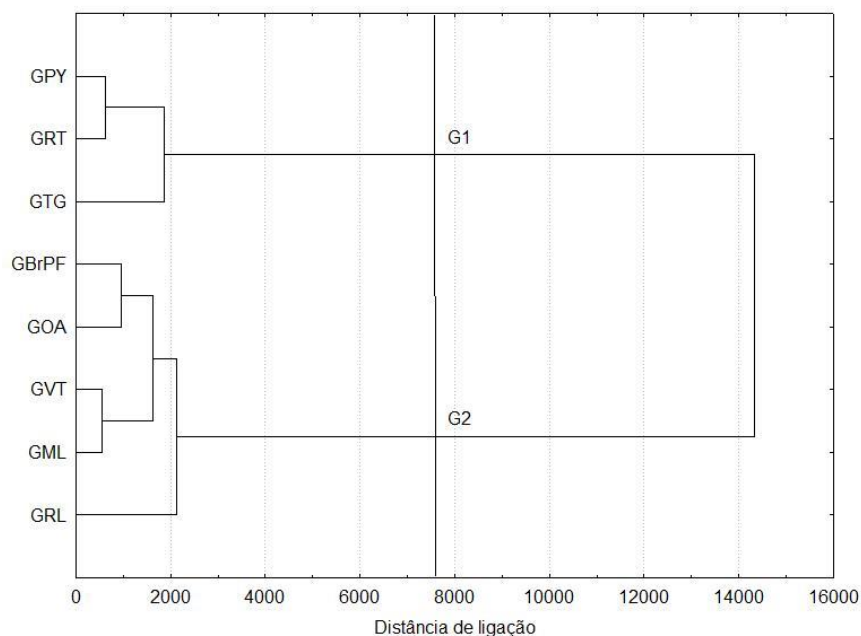


Figura 3. Dendrograma baseado na distância generalizada de Mahalanobis e método de agrupamento UPGMA para oito acessos de coqueiro-gigante tendo como base características agronômicas.

Analisando os mesmos acessos, dessa vez utilizando os descritores vegetativos, foi obtido novo dendrograma (Figura 4) que se diferenciou em relação ao primeiro (Figura 3) gerado pelos descritores agronômicos. Foram formados dois grupos: o grupo G1 com os acessos GPY, GRT e GML e o G2 com os acessos GBrPF, GTG, GVT, GOA e GRL. Este resultado foi semelhante ao encontrado pela dispersão das variáveis canônicas para esse grupo de dados (Figura 4). Contudo, apesar de ter diferenciado os acessos avaliados e apresentarem semelhança com os resultados das variáveis canônicas, vale salientar que o valor para a correlação cofenética foi de $r = 0.7008^{**}$, considerado ruim (SOKAL E ROHLF, 1962) (,

Perera et al. (2003), avaliando 94 variedades de coqueiro por meio de marcadores microssatélites observaram que os acessos foram distribuídos em

diferentes grupos, onde o GRL, GVT, GML e GTG foram similares e se agruparam, porém, o GRT e GOA ficaram em grupos separados. Assim, evidencia-se diferenças entre os resultados apresentados pela avaliação vegetativa, de componentes de fruto (carpológica) e o do trabalho de Perera et al. (2003). Isso ocorreu porque a utilização de técnicas moleculares apresenta informações relacionadas ao compartilhamento de genes e a distância genética, enquanto os estudos por meio da caracterização fenotípica demonstram a expressão genética, e muitas destas características por serem quantitativas estão submetidas a forte influência ambiental.

Estes estudos se complementam, pois disponibilizam um conjunto de informações preditivas sobre os acessos, informando sobre a proximidade genética que como estes irão se desenvolver no ambiente, provendo e disponibilizando tanto para os curadores quanto para os melhoristas informações que permitam o mais amplo uso dos acessos.

Nos trabalhos de melhoramento é importante utilizar acessos que apresentem maior divergência genética, possuam melhores características agronômicas comerciais e, ainda, sejam resistentes a pragas e doenças. Neste trabalho foi possível verificar a divergência genética entre os acessos conservados por meio das características vegetativas e agronômicas, demonstrando ser possível a seleção para cruzamentos intravarietais.

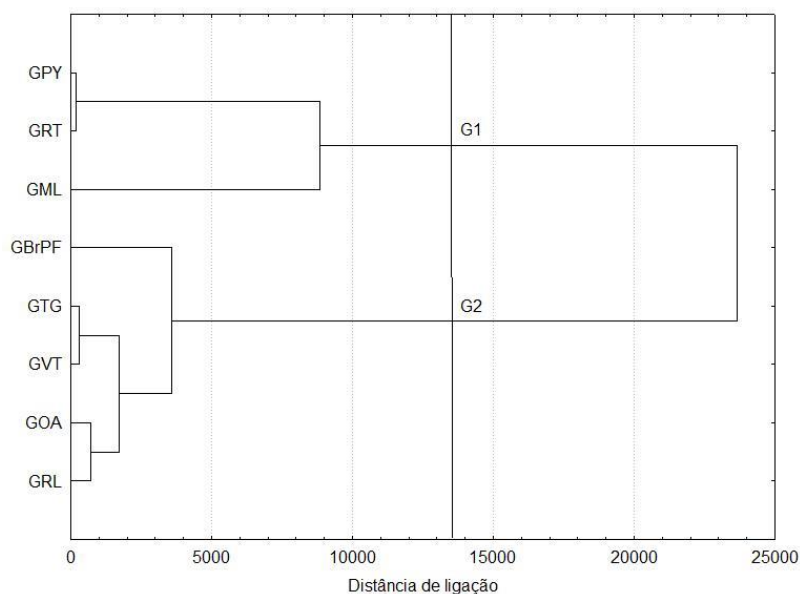


Figura 4. Dendrograma baseado na distância generalizada de Mahalanobis e método de agrupamento UPGMA para oito acessos de coqueiro-gigante tendo como base características vegetativas.

CONCLUSÕES

Os descritores selecionados são eficientes em determinar a divergência genética entre acessos de coqueiro-gigante, sendo indicados como essenciais e recomendados para a utilização os descritores: circunferência equatorial do fruto, circunferência polar da noz do fruto, circunferência equatorial da noz do fruto, volume do endosperma líquido, peso total do fruto, peso da noz, altura do estipe, circunferência do estipe a 150 cm do solo, número de folíolos e número de cachos. Os acessos mais dissimilares pelas características agronômicas são o Gigante-de-Rotuma e o Gigante-do-Oeste-Africano, os quais podem ser prioritariamente indicados como genitores para os programas de melhoramento genético.

REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

ARAGÃO, W.M.; TUPINAMBÁ, E.A.; ÂNGELO, P.C. da S.; RIBEIRO, F.E. Seleção de cultivares de coqueiro para diferentes ecossistemas do Brasil. In: QUEIROZ, M. A.; GOEDERT, C. O.; RAMOS, S. R. R. **Recursos genéticos e melhoramento de plantas para o Nordeste brasileiro**. Petrolina: Embrapa Semi-Árido, 1999. Disponível em:< <http://www.cpatsa.embrapa.br:8080/catalogo/livrorg/coco.pdf> > Acesso em: 24 abr.2016.

BAUDOUIIN, L.; PHILIPPE, R.; QUAICOE, R.; DERY, S.; DOLLET, M. General overview of genetic research and experimentation on coconut varieties tolerant/resistant to Lethal Yellowing. **Oilseeds and fats, Crops and Lipid**, Les Ulis, v.16, n.2, p.127-131, 2009.

CHARRAD, M.; GHAZZALI, N.; BOITEAU, V.; NIKNAFS, A. (2015) NbClust: **An examination of indices for determining the number of clusters. R package version 1.4.** Disponível em: < <https://cran.r-project.org/web/packages/NbClust/index.html> >. Acesso em: 20 jan. 2016.

CRUZ, C.D.; FERREIRA, F.M; PESSONI, L.A. **Biometria Aplicada ao Estudo da Diversidade Genética**. 1º ed. Viçosa. UFV, 2011. 620p.

CRUZ, C.D. GENES - A Software Package for Analysis in Experimental Statistics and Quantitative Genetics. **Acta Scientiarum**, Maringá, v.35, n.3, p.271-276, 2013.

DARE, D.; ANDOH-MENSAH, E.; OWUSU-NIPAH, J.; YANKEY, N.; QUAICOE, R.N.; NKANSAH-POKU, J.; DERY, S.K. Evaluation of some basic traits of a promising coconut hybrid: Sri Lankan green dwarf crossed to Vanuatu tall (SGD x VTT). **Journal of Science and Technology**, Kumasi, v.30, p.9-14, 2010.

FAOSTAT, **Culturas ano 2014.** Disponível em:<<http://faostat.fao.org/site/567/DesktopDefault.aspx?PageID=567#ancor> >. Acesso em: 10 mar. 2016.

HARRIES, H.C. The Cape Verde region: (1499-1549): the key to coconut in the western hemisphere? **Turrialba**, Costa Rica, v. 27, p. 227-231, 1977.

IPGRI. **Descriptors for Coconut** (*Cocos nucifera L.*). International Plant Genetic Resources Institute, Rome, Italy, 68p. 1995.

JOLLIFFE, I.T. Discarding variables in a principal component analysis. I. Artificial data. **Applied Statistics**, London, v.21, p.160-173, 1972.

JOLLIFFE, I. T. Discarding variables in a principal component analysis. II: real data. **Journal of the Royal Statistical Society Series C - Applied Statistics**, London, v. 22, p. 21-31, 1973.

LOIOLA, C. M. **Diversidade genética em coqueiro-gigante (*Cocos nucifera* L.) por meio de marcadores microsatélites e características morfoagronômicas.** 2014. 100p. Tese (Doutorado em Fitotecnia) - Universidade Federal Rural do Semi-Árido, Mossoró, 2014.

LOIOLA, C.M.; AZEVEDO, A.O.N.; DINIZ, L.E.C., ARAGÃO, W.M.; AZEVEDO, C.D.O.; SANTOS, P.H.A.D.; RAMOS, H.C.C; PEREIRA, M.G.; RAMOS, S.R.R. Genetic relationships among tall coconut palm (*Cocos nucifera* L.) accessions of the International Coconut Genebank for Latin America and the Caribbean (ICG-LAC), evaluated using microsatellite markers (SSRs). **PLoS ONE**, San Francisco, v. 11, n.3, p. 1-7, 2016.

MANTEL, N. The detection of disease clustering and generalized regression approach. **Cancer Research**, Birmingham, v.27, n.2, p.209-220, 1967.

MARINHO, V. L. de A.; BATISTA, M. de F.; MILLER, R. **Praga quarentenária A1 amarelecimento letal do coqueiro “Coconut Lethal Yellowing”.** Brasília, DF: Embrapa Recursos Genéticos e Biotecnologia, 2002. 4 p. (Embrapa Recursos Genéticos e Biotecnologia. Comunicado técnico, 73).

MARTINEZ, R.T., BAUDOUIN, L., BERGER A., DOLLET, M. Characterization of the genetic diversity of the Tall coconut (*Cocos nucifera* L.) in the Dominican Republic using microsatellite (SSR) markers. **Tree Genetics & Genomes**, New York, v. 6, nº 1, p. 73-81, 2009.

MYRIE, W.A; HARRISON, N.A.; DOUGLAS, L.; HELMICK, E.; GORE-FRANCIS, J.; OROPEZA, C. ; McLAUGHLIN, W.A. First report of lethal yellowin desase associated with subgroup 16SrrIV-A phytoplasmas in Antigua, West Indies. **New disease Reports**, v. 29, nº 12, p.12, 2014.

OROPEZA, C.; ESCAMILLA, J. A.; MORA. G.; ZIZUMBO, D.; HARRISON, N. A. Coconut lethal yellowing. In: BATUGAL, P.; RAMANATHA RAO, V.; OLIVER, J. (Ed.). **Coconut Genetic Resources**, Malaysia: International Plant Genetic Resources Institute, 2005. p. 349-363.

OYOO, M.E.; NAJYA, M.; GITHIRI, S.M.; OJWANG, P.O.; MUNIU, F.K.; MASHA, E.; OWUOCHE, J.O. *In-situ* morphological characterization of coconut in the Coastal Lowlands of Kenya. **African Journal of Plant Science**, Ebène, v. 2, n.2, p.65-74, 2015.

PERERA, L.; RUSSEL, J.R.; PROVAN, J.; POWELL, W. Studying genetic relationships among coconut varieties/populations using microsatellite markers. **Euphytica**, Wageningen, v.132, p.121–128, 2003.

RIBEIRO, F.E.; SOARES, A.R.; RAMALHO, M.A.P. Divergência genética entre populações de coqueiro gigante do Brasil. **Pesquisa Agropecuária Brasileira**, Brasília, v.34, p.1615-1622, 1999.

RIBEIRO, F.E.; SIQUEIRA, E.R.; ARAGÃO, W.M.; TUPINAMBÁ, E.A. **Ecótipos de coqueiro gigante no Brasil**. Embrapa Tabuleiros Costeiros, Aracaju, p. 25, 2000.

RIBEIRO, F.E.; BAUDOUIN, L.; LEBRUN, P.; CHAVES, L.J.; BRONDANI, C.; ZUCCHI, M.I.; VENCOYSKY, R. Population structures of Brazilian tall coconut (*Cocos nucifera* L.) by microsatellite markers. **Genetics and Molecular Biology**, Ribeirão Preto, v.33, p.696-702, 2010.

ROMNEY, D.H, DIAS, B.C. Coconut varieties in Bahia state. In: Session of the FAO technical working party on coconut production, protection and processing, 5. FAO, 1979. 1979. pp 4. .

SAS INSTITUTE. SAS Technical Report. **SAS/STAT software: Changes and Enhancement**, Release 9.0, Cary NC: SAS Institute. 2003.

SINGH, D. The relative importance of characters affecting genetic divergence. **The Indian Journal of Genetic and Plant Breeding**, New Delhi, v. 41, p. 237-245, 1981.

SNEATH, P. H.; SOKAL, R. R. *Numerical taxonomy: The principles and practice of numerical classification*. San Francisco: W.H. Freeman, 1973. 573p.

SOKAL, R. R. and ROHLF, F. J. The comparison of dendrograms by objective methods. **Taxon**, Berlin, v.11 p.33-40, 1962.

ZIZUMBO-VILLARREAL, D.; COLUNGA-GARCÍAMARÍN, P. Morpho-physiological variation and phenotypic plasticity in Mexican populations of coconut (*Cocos nucifera* L.), **Genetic Resources and Crop Evolution**, Germany, v.48, p. 547-554, 2001.

YAO, S.D.M.; KONAN, K.J.L.; SIE, R.S.; DIARRASSOUBA, N.; LEKADOU, N.T.T.; KOFFI, E.B.Z.; YOBOUE, K.; BOURDEIX, R.; ISSALI, A.E.; DOH, F.; ALLOU, K.; ZORO BI, A. I. Fiabilité d'une liste minimale de descripteurs agromorphologiques recommandée par le COGENT dans l'étude de la diversité génétique du cocotier (*Cocos nucifera* L.). **Journal of Animal & Plant Sciences**, Lahore, v. 26, n.1, p.4006-4022, 2015.

CAPÍTULO II

Variabilidade genética em acessos de coqueiro-anão²

²Artigo submetido ao comitê editorial do periódico científico da Revista Caatinga.

Variabilidade genética em acessos de coqueiro-anão

Kamila Marcelino Brito Sobral^{1*}, Manoel Abílio de Queiroz²; Semíramis Rabelo Ramalho Ramos³; Izaías da Silva Lima Neto⁴; Ronaldo Simão de Oliveira⁵

¹Doutoranda em Recursos Genéticos Vegetais, milambrito@hotmail.com; ² Professor da Universidade Estadual da Bahia, Juazeiro-BA, Brasil; ³ Pesquisadora da Embrapa Tabuleiros Costeiros, Aracaju-SE, Brasil; ⁴ Professor da Universidade Federal do Vale do São Francisco, Petrolina-PE, Brasil; ⁵ Professor da Universidade Estadual de Feira de Santana, Feira de Santana-BA, Brasil.

RESUMO - O coqueiro (*Cocos nucifera* L.) é uma palmeira monoespecífica constituída por três variedades botânicas: *typica* (coqueiro-gigante), *nana* (coqueiro-anão) e *aurantiaca* (coqueiro-intermediário). A variedade *nana* apresenta porte baixo e produção de frutos de 150 a 200 frutos/planta/ano, sendo utilizada para fins ornamentais e nos programas de melhoramento genético. No Brasil, a variedade anã verde é a principal para uso comercial e o país ocupa atualmente a quarta posição na produção mundial, porém, os genótipos utilizados ainda precisam ser melhorados havendo a necessidade de variabilidade genética. Assim, o objetivo deste trabalho foi caracterizar a variabilidade genética em acessos de coqueiro-anão conservados no ICG-LAC em diferentes épocas de cultivo. Foram avaliados os acessos: anão-verde-do-Brasil-Jiqui; anão-vermelho-de-Camarões; anão-vermelho-da-Malásia; anão-vermelho-de-Gramame; anão-amarelo-de-Gramame e anão-amarelo-da-Malásia. Os dados foram submetidos à análise de homogeneidade de variância e de normalidade. A diversidade genética foi quantificada utilizando a distância generalizada de Mahalanobis e expressa por meio de agrupamentos UPGMA, otimização de Tocher e variáveis canônicas. Realizou-se também uma análise usando a máxima verossimilhança com a finalidade de estimar os componentes de variância com os dados de cada planta em uma amostra de 11 descritores de maior importância para o melhoramento do coqueiro. Foi encontrada divergência fenotípica

entre os acessos do ICG-LAC usando os agrupamentos UPGMA, Tocher e a dispersão gráfica obtida com variáveis canônicas. O emprego da análise de máxima verossimilhança confirma a existência de variabilidade genética nos acessos do banco ICG-LAC para vários descritores de importância para o melhoramento do coqueiro-anão.

Palavras-chave: *Cocos nucifera* L. Análise multivariada. Germoplasma. Recursos Genéticos Vegetais.

Genetic diversity among and within accessions of dwarf coconuts.

ABSTRACT- The coconut species (*Cocos nucifera* L.) is a monospecific palm tree that comprises three varieties (*C. nucifera* var. *typica* (tall coconut), *C. nucifera* var. *nana* (dwarf coconut) and *C. nucifera* var. *aurantiaca* (intermediary coconut). *C. nucifera* var. *nana* presents short stature and presents fruit production of 150 to 200 fruits/plant/year and it is used for ornamental purposes and also in coconut breeding. In Brazil the green variety is the main one used commercially. The country ranks fourth in the world production, but, the genotypes used present some deficiencies and, therefore, there is a need to looking for germplasm for coconut breeding programs. The study aimed to characterize the genetic variability in accessions of dwarf coconuts of the *Coconut* Genebank for Latin America and the Caribbean (ICG-LAC) in different crop cycles. The accessions Brazilian Green Dwarf, Cameroon Red Dwarf, Malayan Red Dwarf, Brazilian Red Dwarf and Malayan Yellow Dwarf were used. The data were submitted to homogeneity of variance and to normality test. The genetic diversity was quantified using the generalized distance of Mahalanobis using clusters UPGMA and optimization of Tocher as well as canonic variables to estimate the graphic dispersion of the coconut accessions and it was used an analysis of maximum likelihood restricted (REML) in order to estimate de components of variance using data of each plant in a sample of 11 descriptors that are more important for coconut breeding. It was found phenotypic diversity among the coconut

accessions of dwarf coconut of the ICG-LAC in the clusters using UPGMA, Tocher methods and graphical dispersion. It was also found genetic variance for some descriptors and, therefore, confirming the results obtained in the previous analyzes.

Keywords: *Cocos nucifera* L. Multivariate analysis. Germplasm. Plant genetic resources.

INTRODUÇÃO

O coqueiro é uma palmeira monoespecífica constituída por três variedades botânicas: *Cocos nucifera* L. var. *typica* (coqueiro-gigante), *Cocos nucifera* L. var. *nana* (coqueiro-anão) e *Cocos nucifera* L. var. *aurantiaca* (coqueiro-intermediário) (LIYANAGE, 1958). A variedade *nana* é composta pelas cultivares amarela, verde e vermelha (OHLER, 1984). O coqueiro-anão é uma variedade de porte baixo, atingindo até 12 m na idade adulta, de ciclo precoce quando comparado ao coqueiro-gigante e dependendo do ambiente pode iniciar o florescimento em torno de dois anos e seis meses após o plantio e de alta produção de frutos (150 a 200 frutos/planta/ano) de tamanho pequeno. Nos países asiáticos, africanos e em alguns países da América Latina, o coqueiro-anão normalmente é utilizado para fins ornamentais e nos programas de melhoramento genético, principalmente, no processo de hibridação intervarietal com o coqueiro gigante (ARAGÃO et al., 2002).

A Indonésia é o maior produtor mundial (18.300.000 t), seguido por Filipinas (15.353.200t) e Índia (11.930.000t) (FAOSTAT, 2014). O Brasil ocupa a quarta colocação, com uma produção superior a 2.820.468 toneladas em uma área plantada de 257.157 ha (FAOSTAT, 2014) e a cultivar anã verde é a utilizada, principalmente, para uso comercial.

Devido à importância econômica da cultura para o país, existe forte demanda sobre novas informações que permitam melhorar a espécie, maximizar o cultivo e criar possibilidades de cultivos em outras regiões do Brasil. Alguns levantamentos já demonstram a expansão em áreas como a região Sudeste, com destaque para o Espírito Santo e o Rio de Janeiro, Centro-Oeste, especialmente no Mato Grosso,

assim como para as áreas irrigadas do Semiárido e dos Tabuleiros Costeiros do Nordeste (FONTES; WANDERLEY; 2006).

No Brasil, os acessos de coqueiro-anão são conservados no Banco Internacional de Germoplasma de Coco para a América Latina e Caribe (ICG-LAC), localizado na Embrapa Tabuleiros Costeiros, em Aracaju-SE. Desde sua implantação, os acessos vêm sendo avaliados e caracterizados, mas grande parte dos trabalhos foi executado usando a lista de descritores (IPGRI, 1995), de forma preliminar, em experimentos conduzidos apenas em um único ciclo. Para realizar um diagnóstico mais aprofundado e que informe o máximo possível sobre os acessos conservados é necessária a realização de estudos em diferentes ciclos de produção, em anos sequenciais, nos quais se possa utilizar o máximo de descritores. Os resultados obtidos destes estudos poderão informar sobre a variabilidade genética conservada, que é fundamental para a tomada de decisões futuras tanto para a conservação dos acessos quanto para identificar potenciais parentais para programas de melhoramento.

Este trabalho teve por objetivo examinar a variabilidade genética em acessos de coqueiro-anão conservados no ICG-LAC em diferentes épocas de cultivo utilizando descritores morfológicos de planta e fruto.

MATERIAL E MÉTODOS

Foram avaliados seis acessos de coqueiro-anão conservados no Banco Internacional de Germoplasma de Coco para a América Latina e Caribe (ICG-LAC), localizado no Campo Experimental de Itaporanga, pertencente à Embrapa Tabuleiros Costeiros, localizado no município de Itaporanga d'Ajuda, SE, às margens da Rodovia SE 100, km 03 (11°07'S e 37°11'W), a 28 km de Aracaju.

Os acessos denominados anão-verde-do-Brasil-Jiqui - AVeBrJ; anão-vermelho-de-Camarões-AVC; anão-vermelho-da-Malásia - AVM; anão-vermelho-de-Gramame - AVG; anão-amarelo-de-Gramame - AAG e anão-amarelo-da-Malásia – AAM foram avaliados em três ciclos de cultivo no período de 2014 a 2016, resultando em três avaliações indicadas como Ano 1 (2014), Ano 2 (2015) e Ano 3 (2016).

O clima da região de Itaporanga d'Ajuda, segundo a classificação de Köppen, é do tipo A's (tropical chuvoso com verão seco). O solo da área experimental é classificado como Neossolo Quartzarênico, de baixa fertilidade natural (MELO et al., 1982). A temperatura média da região é de 25,6 °C e os índices pluviométricos médios mensais referentes aos anos de 2014, 2015 e 2016 foram 98, 180, e 99,2 mm, respectivamente. Foram realizados os tratos culturais e fitossanitários recomendados normalmente para a cultura (FERREIRA et al, 1998; FERREIRA, 2002).

Os acessos estavam dispostos no delineamento experimental em blocos casualizados completos, em cinco repetições com até 16 plantas úteis por parcela, com espaçamento de 7,5 m x 7,5 m x 7,5 m, em triângulo equilátero. Foram utilizados 30 descritores quantitativos adaptados da lista do IPGRI (1995), sendo 10 vegetativos: NFV - número de folhas vivas (unidade); NFM - número de folhas mortas (unidade); NFE - número de folhas emitidas (unidade); CF - comprimento da folha (m); CPEC - comprimento do pecíolo (cm); EPEC - espessura do pecíolo (mm); LPEC - largura do pecíolo (cm); NFOL - número de folíolos (unidade); CFOL - comprimento do folíolo (cm); LFOL - largura do folíolo (cm) e 20 descritores de frutos: TSS - teor de sólidos solúveis do endosperma líquido (água) (°Brix); pH - pH do endosperma líquido (pH); VL - volume do endosperma líquido (ml); CIPOF - circunferência polar do fruto (cm); CIEQF - circunferência equatorial do fruto (cm); DEQF - diâmetro equatorial do fruto (cm); DPOF - diâmetro polar do fruto (cm); DPNOZ - diâmetro polar da noz do fruto (mm); DQNOZ - diâmetro equatorial da noz do fruto (mm); PTF - peso total do fruto (kg); PFSA - peso do fruto sem endosperma líquido (kg); PC - peso do endocarpo (coque) (kg); PCAS - peso do epicarpo (casca) (kg); PNZ - peso da noz (kg); PAS - peso do endosperma sólido (albúmen sólido) (kg); PAL - peso do endosperma líquido (kg); EALS - espessura do endosperma sólido (mm); EC - espessura do endocarpo (mm); ECAS - espessura do epicarpo (mm) e NF - número de frutos por planta (unidade).

Para avaliação dos descritores vegetativos foi utilizada a folha de número 14, em cada planta e para os descritores de fruto foram avaliados três frutos/planta/acesso/repetição, cujas inflorescências foram marcadas previamente e os frutos colhidos aos sete meses contados a partir da formação dos mesmos. Após

a colheita, os frutos foram transportados, lavados e identificados para o registro dos diversos descritores morfológicos de fruto.

Análises Estatísticas

Os dados foram analisados de forma individual (cada ano) e, posteriormente, foi feita a análise conjunta usando a média obtida para cada descritor, entre os três anos. Os dados foram submetidos à análise de homogeneidade de variância (BARTLLET, 1937) e de normalidade (SHAPIRO WILK, 1965).

Para quantificar a diversidade genética entre os acessos foi empregada a distância generalizada de Mahalanobis (CRUZ et al., 2011). O agrupamento hierárquico foi obtido a partir da matriz de distância genética utilizando o método UPGMA - *Unweighted Pair Group Method with Arithmetic Mean* (SNEATH; SOKAL, 1973) e pelo método de otimização de Tocher. A avaliação da importância relativa dos caracteres foi mensurada por Singh (1981) e também pelo método das variáveis canônicas (CRUZ et al., 2011). Os dados foram analisados pelo programa GENES (CRUZ, 2013). A consistência dos agrupamentos foi determinada pelo coeficiente de correlação cofenético de acordo com Sokal e Rohlf (1962). A significância dos coeficientes de correlação cofenético foi calculada pelo teste de Mantel com 1000 permutações (MANTEL, 1967). O ponto de corte foi definido pelo método de Mojena (1977) utilizando o programa R (R DEVELOPMENT CORE TEAM 2012). Para o estudo dos componentes de variâncias, considerando que se tem dados dos genótipos em um local e com três ciclos de produção empregou-se à metodologia de modelos lineares mistos (RESENDE, 2006) utilizando o método da máxima verossimilhança restrita (procedimento REML) e a estimativa da melhor predição não viesada (BLUP) utilizando o modelo estatístico 9: $y = X_m + Z_g + W_p + T_s + e$ em que “y” é o vetor de dados, “m” é o vetor dos efeitos das combinações medição-repetição (assumidos como fixos) somados à média geral, “g” é o vetor dos efeitos genotípicos (assumidos como aleatórios), “p” é vetor dos efeitos de parcela (aleatórios), “s” é vetor dos efeitos de ambiente permanente (aleatórios) e “e” é o vetor de erros ou resíduos (aleatórios). As letras maiúsculas representam as matrizes de incidência para os respectivos efeitos. Os parâmetros foram estimados utilizando o software

genético-estatístico Selegen-Reml/Blup (RESENDE, 2006). Para essa análise foram selecionados 11 descritores importantes do ponto de vista agrônomo para a cultura do coqueiro-anão. São eles: diâmetro polar do fruto, diâmetro equatorial do fruto, diâmetro polar da noz, diâmetro equatorial do fruto, volume, sólidos solúveis e potencial hidrogeniônico da água, peso total de frutos, peso da casca, espessura da casca e produção (número total de frutos por planta).

RESULTADOS E DISCUSSÃO

Os descritores foram efetivos ao possibilitar a distinção entre os acessos de coqueiro-anão, tanto para os componentes de fruto quanto para os descritores de folha. Observou-se que, 23, 26 e 26 descritores foram, respectivamente, significativos no primeiro, segundo e terceiro ano sendo, a grande maioria, significativa ao nível de 1% (Tabela 1). Na análise conjunta, considerando tanto os descritores de fruto quanto de folha, apenas três descritores não apresentaram diferença significativa (Tabela 1). Considerando os três anos e a avaliação conjunta, verificou-se baixos valores de coeficiente de variação (CV%) para a grande maioria dos descritores, com algumas exceções, indicando boa precisão experimental, porém, sugerindo também que esses baixos CVs podem estar relacionados à pouca variabilidade existente nos acessos estudados.

O método de agrupamento UPGMA mostrou a formação de dois grupos e alguns subgrupos em todos os anos e na análise conjunta (Figura 1). O acesso AVC formou um grupo isolado nos anos 1, 2 e na análise conjunta, porém, no ano 3 ele ficou em um subgrupo ao lado dos outros acessos e o primeiro grupo foi formado pelos acessos AVeBrJ e AVG (Figura 1C). É importante destacar que o coeficiente de correlação cofenético nesse ano foi 0,70, o menor entre as quatro análises. De acordo com Rohlf e Fisher (1968) o valor mínimo desejável para esse coeficiente é 0,80 e, assim, os grupos formados nesse ano são menos precisos, podendo os dados terem sido influenciados por alguns fatores ambientais, com os índices pluviométricos, diferentes entre os anos avaliados. Entretanto, os coeficientes para os anos 1, 2 e para a análise conjunta foram, respectivamente, 0,90, 0,82 e 0,92 e, portanto, indicando boa precisão na separação dos grupos.

Tabela 1 - Resumo das análises de variância para os 30 descritores avaliados em seis acessos de coqueiro-anão conservados no Banco Internacional de Germoplasma de Coco para a América Latina e Caribe (ICG-LAC). Itaporanga D'Ajuda, Sergipe, 2017.

Descritores	Ano 1 (2014)			Ano 2 (2015)			Ano 3 (2016)			Conjunta		
	QM	CV	Média	QM	CV	Média	QM	CV	Média	QM	CV	Média
DPOF	**	4,06	21,07	**	2,24	20,19	**	1,53	20,22	**	1,99	20,50
DEQF	**	6,90	15,22	*	4,70	14,92	**	2,10	15,27	**	3,67	15,14
DPNOZ	*	4,55	107,36	**	4,93	103,12	**	2,20	104,36	**	3,15	104,95
DQNOZ	Ns	6,42	95,17	ns	5,95	101,26	**	2,65	107,34	Ns	4,13	101,26
CIPOF	**	4,38	55,10	**	3,15	54,95	**	1,66	54,56	**	2,40	54,87
CIEQF	**	6,12	46,98	**	4,12	47,88	**	1,79	47,84	**	3,36	47,57
VL	Ns	17,28	258,32	ns	18,05	317,37	**	8,11	376,87	*	10,27	317,52
TSS	**	3,16	6,54	**	3,87	6,37	ns	4,68	6,06	**	7,54	6,40
pH	Ns	1,62	6,31	**	2,24	5,26	**	1,48	5,21	**	1,06	5,60
PTF	**	8,95	1,693	**	12,56	1,833	**	5,17	1,841	**	8,45	1,790
PFSA	**	13,23	1,462	**	10,75	1,507	**	5,89	1,438	**	7,82	1,450
PAL	Ns	15,21	0,283	ns	21,67	0,329	**	6,63	0,410	*	12,11	0,340
PAS	Ns	16,56	0,154	**	15,02	0,172	ns	9,34	0,170	**	11,27	0,170
PC	*	10,83	0,140	**	15,39	0,150	**	6,03	0,152	**	9,60	0,150
PNZ	Ns	9,21	0,449	*	17,78	0,652	**	5,20	0,730	**	10,52	0,650
PCAS	**	13,76	1,120	**	10,30	1,184	**	8,31	1,091	**	7,88	1,130
EALS	*	10,40	6,06	**	4,60	5,67	**	7,70	5,33	**	4,43	5,69
EC	**	7,19	4,05	**	6,70	3,64	**	6,13	3,62	**	3,97	3,78
ECAS	**	7,38	22,31	**	4,24	20,06	**	6,03	17,60	**	4,34	19,99
NF	**	27,25	62,62	**	11,79	70,70	**	17,83	58,37	**	19,06	63,16
NFV	**	9,27	24,79	**	8,02	27,15	**	5,04	27,63	**	7,98	26,29
NFE	**	11,89	11,84	**	8,31	16,82	**	9,30	15,28	**	7,01	14,64
NFM	**	11,74	10,75	ns	18,13	6,52	**	12,67	12,39	**	9,95	9,89
CPEC	Ns	6,95	104,84	*	6,59	113,16	ns	4,14	119,13	Ns	5,10	112,38
LPEC	**	4,87	6,94	**	4,48	6,96	**	3,11	6,47	**	3,38	6,80
EPEC	**	3,26	24,63	*	4,44	23,53	**	2,70	24,23	**	2,83	24,14
CF	*	6,89	4,09	*	4,46	4,30	**	2,75	4,37	Ns	6,48	4,48
NFOL	**	2,42	187,28	**	1,89	184,67	ns	1,67	186,57	**	2,28	185,19
CFOL	**	6,66	115,75	**	5,07	117,05	**	3,44	123,65	**	5,29	119,80
LFOL	**	5,40	5,20	**	4,10	5,23	**	3,14	4,84	**	2,91	5,09

ns – não significativo pelo teste de F. ; *Significativo a 5% pelo teste F. **Significativo a 1% pelo teste F.
 Descritores: DPOF - diâmetro polar do fruto (cm); DEQF - diâmetro equatorial do fruto (cm); DPNOZ - diâmetro polar da noz do fruto (mm); DQNOZ - diâmetro equatorial da noz do fruto (mm); CIPOF - circunferência polar do fruto (cm); CIEQF- circunferência equatorial do fruto (cm); VL- volume do endosperma líquido (mL); TSS – teor de sólidos solúveis do endosperma líquido (°Brix); pH – potencial hidrogeniônico do endosperma líquido (pH); PTF - peso total do fruto (kg); PFSA – peso do fruto sem endosperma líquido (água) (kg); PAL - peso do endosperma líquido (água) (kg); PAS - peso do albúmen sólido (kg); PC - peso do endocarpo (coque) (kg); PNZ - peso da noz (kg); PCAS - peso do epicarpo (casca) (kg); EALS - espessura do albúmen sólido (mm); EC - espessura do endocarpo (coque) (mm); ECAS - espessura do epicarpo (casca) (mm); NF - número de frutos por planta (unidade); NFV - número de folhas vivas (unidade); NFM - número de folhas mortas (unidade); NFE – número de folhas emitidas (unidade); CPEC - comprimento do pecíolo (cm); LPEC - largura do pecíolo (cm); EPEC - espessura do pecíolo (mm); CF - comprimento da folha (m); NFOL - número de folíolos (unidade); CFOL - comprimento do folíolo (cm); LFOL - largura do folíolo (cm).

Dessa forma, os resultados indicam que o acesso AVC se mostrou diferente dos demais (Figuras 1A, 1B e 1D). Os outros acessos sempre estiveram no segundo grupo, porém, formando diferentes subgrupos. Em particular, os acessos AVM e AVG se mostraram muito próximos em um mesmo subgrupo nos anos 1, 2 e na análise conjunta, enquanto que o par de acessos AAG e AAM também se mostraram muito próximos nos anos 1 e 2, porém, na análise conjunta, se mostraram mais distantes (Figuras 1A, 1B e 1D). O acesso AVeBrJ ficou isolado em uma divisão dentro do subgrupo, embora na análise conjunta tenha ficado mais próximo do acesso AAG (Figuras 1A, 1B, 1C e 1D). Esses resultados indicam uma diversidade entre os acessos, principalmente para o AVC em relação aos demais e, também, mostram uma grande similaridade entre os pares de acessos AAG e AAM em um subgrupo e AVM e AVG em outro subgrupo, apenas com exceção do dendrograma da análise conjunta (Figuras 1A, 1B e 1D).

Daher et al. (2002) avaliando acessos de coqueiro anão e gigante utilizando marcadores RAPD, utilizando a distância do vizinho mais próximo indicaram que todos os anões formaram um único agrupamento e os acessos AVeBrJ e o AAM foram os mais distantes entre os avaliados e, portanto, diferentes dos dados do presente trabalho, pois nos anos avaliados e na análise conjunta sempre houve a formação de pelo menos dois grupos (Figuras 1A, 1B, 1C, 1D). Esta diferença encontrada entre resultados obtidos por Daher et al. (2002) e o presente trabalho, deve-se provavelmente pelo uso de marcadores moleculares em estudos de diversidade, o que em geral, não estão associados aos inúmeros caracteres avaliados no presente estudo, mas utilizando marcas que se anelam a regiões aleatórias do genoma das plantas. Embora esses marcadores não tenham detectado variabilidade entre os acessos de anões, ela pode ser detectada quando avaliados por meio de descritores morfoagronômicos. Outra diferença encontrada entre os trabalhos foram as medidas de distâncias escolhidas para o estudo, o que também minimizam as chances de se encontrar resultados semelhantes.

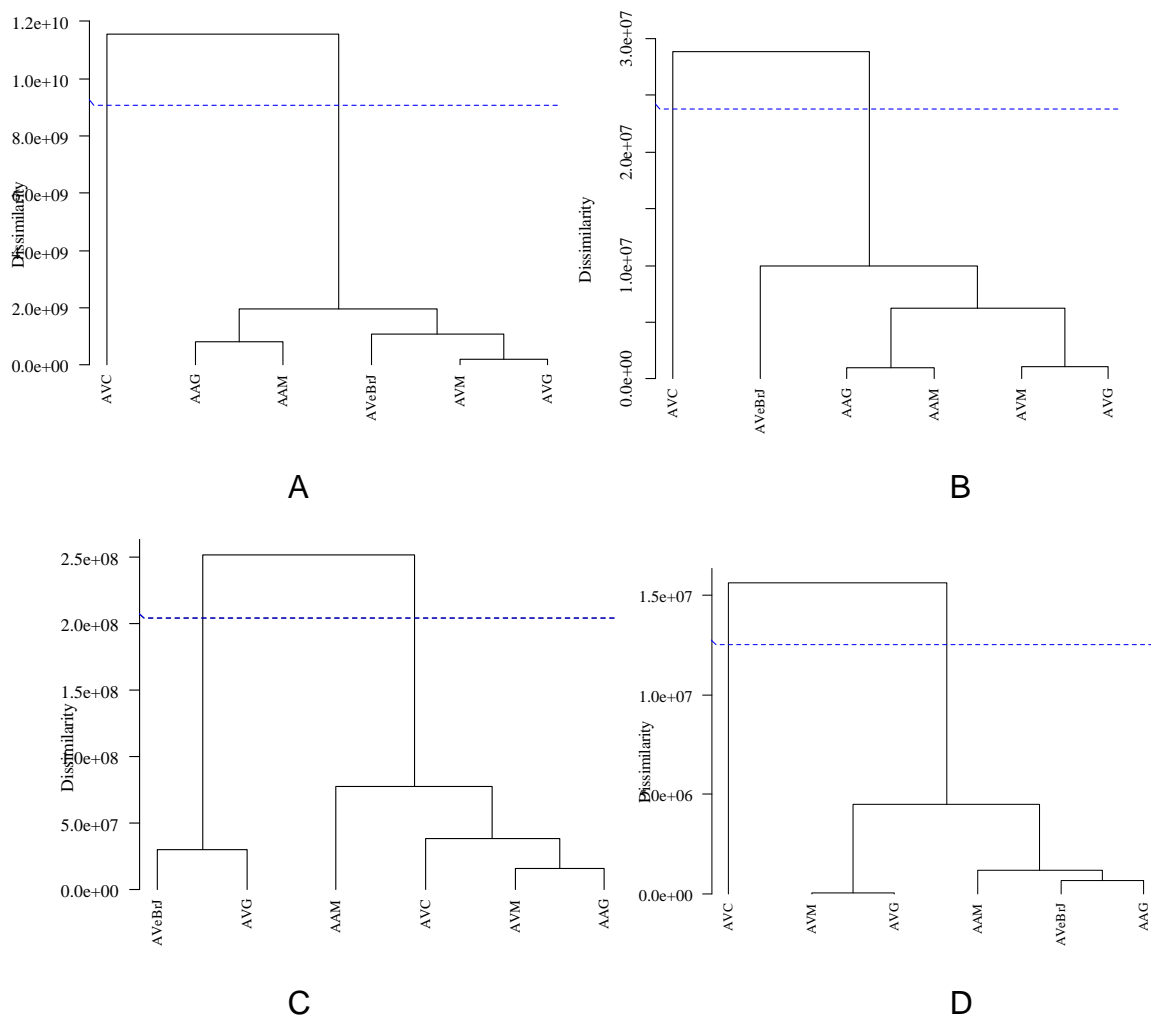








Figura 1. Dendrograma baseado na distância de Mahalanobis e método de agrupamento UPGMA para seis acessos de coqueiro-anão estimada a partir de 30 descritores quantitativos, referente ao ano 1 (A), 2 (B), 3 (C) e conjunta (D). Itaporanga D’ajuda, SE, 2017.

No trabalho de Sobral et al. (2012), estudando os mesmos acessos e utilizando descritores morfológicos vegetativos e reprodutivos, avaliados em apenas um ciclo, foram encontrados diferentes resultados quanto a dissimilaridade e formação dos agrupamentos, salientando ainda que no trabalho destes autores as plantas tinham seis anos de idade, e no presente estudo as plantas estavam com 17 anos. Esses resultados reforçam a necessidade de se avaliar a cultura por mais ciclos e com

maior número de descritores, visando quantificar a diversidade genética de forma mais segura, já que os resultados apresentaram-se diferentes daqueles obtidos por Sobral et al. (2012) e entre os anos avaliados.

Tabela 2 – Agrupamento pelo método de Tocher em seis acessos de coqueiro-anão, com base na dissimilaridade expressa pela distância generalizada de Mahalanobis estimada a partir de 30 descritores quantitativos, nos anos 1, 2 e na análise conjunta. Itaporanga D’ajuda, SE, 2017.







Grupos	Acessos*	Acessos em cada grupo com formato do fruto				
1 AVM, AVG, AAG, AAM AVeBrJ	    	AVM	AVG	AAG	AAM	AVeBrJ
2 AVC						

*Acessos: AVeBrJ - anão-verde-Brasil-de-Jiqui; AVC - anão-vermelho-de-Camarões; AVM - anão-vermelho-da-Malásia; AVG - anão-vermelho-de-Gramame; AAG - anão-amarelo-de-Gramame; AAM - anão-amarelo-da-Malásia.

O método de agrupamento de otimização de Tocher revelou a formação de dois grupos para os anos 1, 2 e conjunta, enquanto para o ano 3, a formação de quatro grupos (Tabelas 2 e 3). Até certo ponto corroborou-se com os resultados observados na análise de agrupamento UPGMA. Os agrupamentos formados pelo método de otimização de Tocher considerando as análises individuais (anos 1, 2) e conjunta mostraram o mesmo padrão na formação dos agrupamentos, tendo como formação em um grupo os acessos AVeBrJ, AVM, AVG, AAG e AAM e o no outro grupo o acesso AVC. Porém, deve-se ter em vista que os resultados do ano 3 foram discordantes das análises nos demais anos e na análise conjunta pelo agrupamento do UPGMA, fatores ambientais podem ter propiciado uma expressão fenotípica diferencial dos acessos no Ano 3 e essas diferenças no comportamento dos genótipos foram realçadas tanto pelo UPGMA quanto pelo método de Tocher. Mesmo assim, a análise separou o acesso AVC em um grupo e os dois acessos

AVM e AAG formaram outro grupo, fato que ocorreu nos subgrupos do UPGMA nos anos 1, 2 e na análise conjunta e, o acesso AVeBrJ ficou próximo do acesso AVG, enquanto que na análise UPGMA os acessos mais próximos foram AVeBrJ e AAG (Tabela 3).

Tabela 3 – Agrupamento pelo método de Tocher em seis acessos de coqueiro-anão, com base na dissimilaridade expressa pela distância de Mahalanobis estimada a partir de 30 descritores quantitativos, no ano 3. Itaporanga D’ajuda, SE, 2017.

Grupos	Acessos*	Acessos em cada grupo com formato do fruto	
1	AVM, AAG		
		AVM	AAG
2	AVeBrJ, AVG		
		AVeBrJ	AVG
3	AVC		
4	AAM		

*Acessos: AVeBrJ - anão-verde-Brasil-de-Jiqui; AVC - anão-vermelho-de-Camarões; AVM - anão-vermelho-da-Malásia; AVG - anão-vermelho-de-Gramame; AVG - anão-amarelo-de-Gramame; AAM - anão-amarelo-da-Malásia.

De um modo geral, quando observado os agrupamentos formados pelas análises de UPGMA e otimização de Tocher, observa-se que o acesso AVC é o mais dissimilar entre os avaliados já que o mesmo não se agrupa a nenhum outro acesso. Essas análises evidenciaram a existência de divergência genética entre os acessos de coqueiro-anão do ICG-LAC, de forma consistente, com exceção do ano três, pois os mesmos agrupamentos foram formados nos anos um, dois e análise conjunta. Cambuí et al. (2007), avaliando estes acessos, em outro ambiente em

diferentes anos, mesmo tendo contemplado um número abrangente de descritores, estimou uma diversidade distinta da encontrada no presente estudo. A presença da casualização em campo e as avaliações em anos consecutivos são necessárias, pois tanto o ambiente como a idade da planta podem influenciar na diversidade genética estimada.

Empregando-se o método de Singh (1981) verificou-se que pelo menos cerca de 10 a 11 descritores, nos anos 1, 2, 3, bem como na análise conjunta, apresentaram um nível de importância, acima de 3% e em alguns poucos casos chegando até a 21,66% para o descritor CIPOF na análise conjunta (Tabela 4). A maioria dos descritores apresentou uma contribuição abaixo de 1% (Tabela 4). Contudo, poucos descritores mostraram uma boa contribuição nos diferentes anos, sendo que alguns descritores estiveram presentes em pelo menos três análises, outros se mostraram presentes em pelo menos duas análises e nessa categoria tem vários deles com apenas uma única análise (Tabela 4). Esses dados indicam que não houve maior consistência na capacidade de discriminação dos descritores ao longo dos anos. É importante se aprofundar essas observações analisando diferentes aspectos dos descritores como a correlação entre os mesmos visando se ter uma seleção de descritores que possam ser mais apropriados para a discriminação dos acessos de coqueiro-anão.

Observou-se que as duas primeiras variáveis canônicas explicaram mais de 80% da variação em todos os anos e na avaliação conjunta (Figura 2). É importante destacar que é desejável que a porcentagem de variação acumulada nas duas primeiras variáveis canônicas seja superior a 80% (CRUZ et al., 2011), fato também observado nos trabalhos realizados por Zizumbo-Villarreal e Piñero (1998) e Sugimura et al. (1997).

Tabela 4 – Importância relativa dos trinta descritores para avaliação da diversidade genética em acessos de coqueiro-anão nos anos 1, 2, 3 e análise conjunta por meio do método de Singh (1981). Itaporanga D’ajuda, SE, 2017.

Descritores*	ANO I		ANO II		ANO III		CONJUNTA	
	%	Porc. Acum.	%	Porc. Acum.	%	Porc. Acum.	%	Porc. Acum.
DPOF	9,09	9,09	0,72	0,72	3,45	3,45	16,63	16,63
DEQF	11,86	20,95	4,52	5,24	1,03	4,47	1,46	18,09
DPNOZ	2,06	23,01	8,72	13,96	2,16	6,64	11,60	29,69
DQNOZ	0,98	23,99	7,81	21,76	1,76	8,39	3,51	33,21
CIPOF	10,47	34,47	0,94	22,70	7,74	16,13	21,66	54,87
CIEQF	2,57	37,03	4,61	27,31	12,28	28,41	1,19	56,06
VL	1,48	38,51	1,16	28,46	4,67	33,08	4,78	60,84
TSS	0,05	38,57	1,19	29,65	0,43	33,51	0,38	61,22
pH	0,16	38,73	0,21	29,87	0,74	34,25	0,91	62,13
PTF	0,47	39,20	0,78	30,65	1,37	35,62	1,90	64,03
PFSA	0,08	39,28	0,35	30,99	0,32	35,94	0,49	64,52
PAL	0,06	39,34	0,02	31,02	0,29	36,22	0,35	64,87
PAS	0,01	39,35	0,08	31,10	0,05	36,27	0,46	65,33
PC	0,01	39,36	0,03	31,12	0,04	36,31	0,40	65,73
PNZ	0,01	39,38	0,23	31,36	0,93	37,24	1,16	66,89
PCAS	4,90	44,28	0,93	32,29	2,16	39,40	0,48	67,37
EALS	0,87	45,15	7,82	40,11	2,07	41,47	0,74	68,11
EC	1,60	46,75	0,24	40,35	0,20	41,67	1,64	69,74
ECAS	6,91	53,66	18,22	58,56	4,70	46,37	2,22	71,96
NF	0,68	54,34	8,81	67,38	4,40	50,77	9,15	81,11
NFV	7,70	62,04	4,23	71,61	14,68	65,44	0,64	81,76
NFE	0,96	62,99	0,75	72,35	7,31	72,75	6,55	88,31
NFM	0,72	63,71	0,51	72,86	4,79	77,54	2,40	90,71
CPEC	0,26	63,98	1,62	74,48	2,11	79,65	2,14	92,85
LPEC	1,62	65,60	0,97	75,46	1,81	81,46	1,61	94,46
EPEC	13,41	79,01	0,59	76,04	8,81	90,27	0,90	95,36
CF	0,68	79,70	1,70	77,74	2,07	92,34	0,01	95,37
NFOL	4,59	84,29	11,58	89,32	0,90	93,24	2,09	97,46
CFOL	12,59	96,88	9,57	98,89	4,43	97,67	1,67	99,13
LFOL	3,12	100,00	1,11	100,00	2,33	100,00	0,87	100,00

*Descritores: DPOF - diâmetro polar do fruto (cm); DEQF - diâmetro equatorial do fruto (cm); DPNOZ - diâmetro polar da noz do fruto (mm); DQNOZ - diâmetro equatorial da noz do fruto (mm); CIPOF - circunferência polar do fruto (cm); CIEQF - circunferência equatorial do fruto (cm); VL - volume do endosperma líquido (mL); TSS - teor de sólidos solúveis do endosperma líquido (°Brix); pH - potencial hidrogeniônico do endosperma líquido (pH); PTF - peso total do fruto (kg); PFSA - peso do fruto sem endosperma líquido (água) (kg); PAL - peso do endosperma líquido (água) (kg); PAS - peso do albúmen sólido (kg); PC - peso do endocarpo (coque) (kg); PNZ - peso da noz (kg); PCAS - peso do epicarpo (casca) (kg); EALS - espessura do albúmen sólido (mm); EC - espessura do endocarpo (coque) (mm); ECAS - espessura do epicarpo (casca) (mm); NF - número de frutos por planta (unidade); NFV - número de folhas vivas (unidade); NFM - número de folhas mortas (unidade); NFE - número de folhas emitidas (unidade); CPEC - comprimento do pecíolo (cm); LPEC - largura do pecíolo (cm); EPEC - espessura do pecíolo (mm); CF - comprimento da folha (m); NFOL - número de folíolos (unidade); CFOL - comprimento do folíolo (cm); LFOL - largura do folíolo (cm).

Na comparação dos resultados entre os gráficos de dispersão nos três anos avaliados e na análise conjunta, todos apresentaram resultados concordantes com os agrupamentos do UPGMA e otimização de Tocher, corroborando mais uma vez com os resultados obtidos sobre a diversidade genética entre os acessos e seus respectivos grupos e subgrupos (Figuras 1 e 2 e Tabelas 2 e 3).

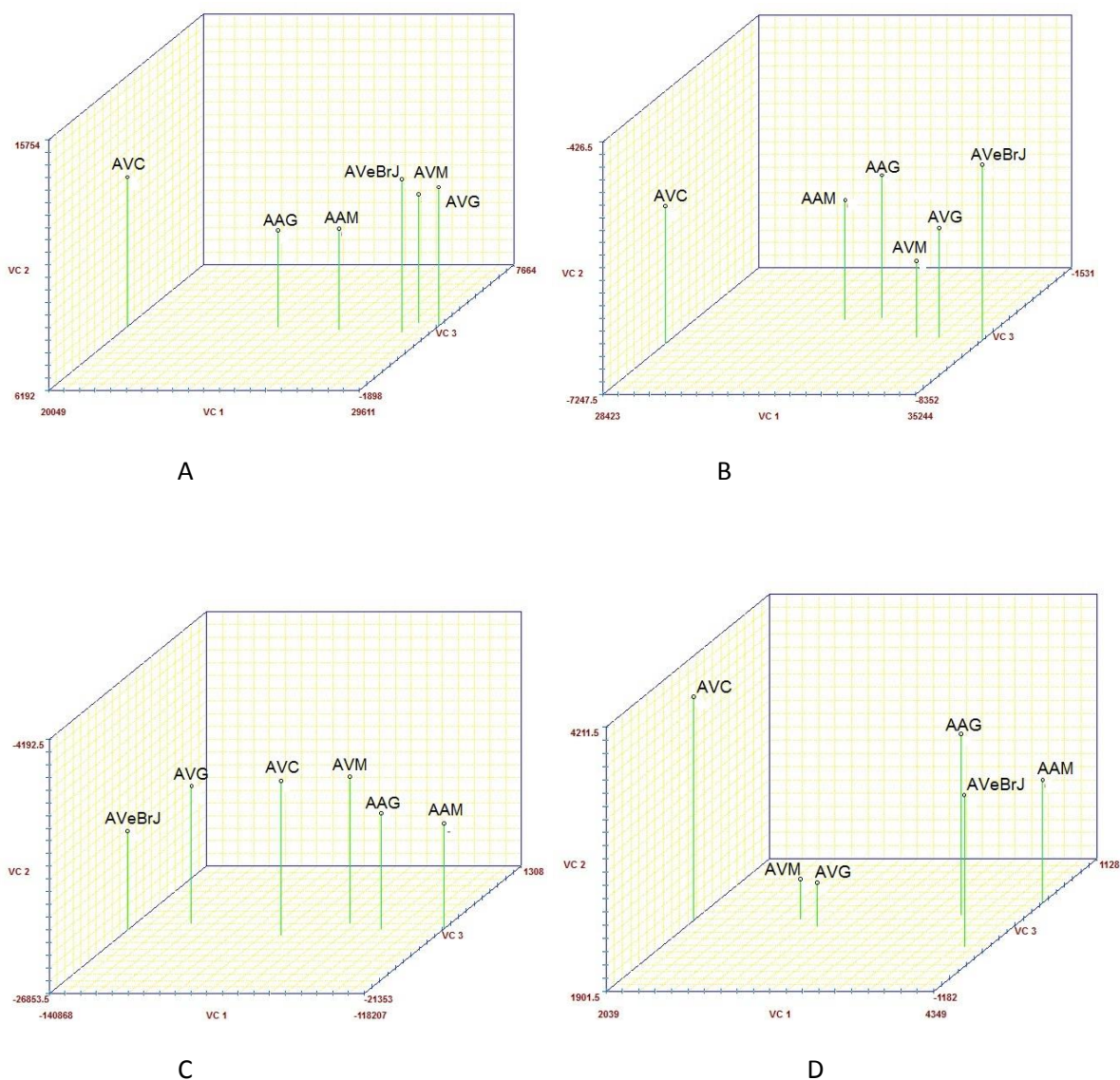


Figura 2. Dispersão dos escores de seis acessos de coqueiro-anão em relação às duas primeiras variáveis canônicas (VC1 e VC2) e variância acumulada (%), tendo como base características morfoagronômicas, ano 1 (A), 2 (B), 3 (C) e conjunta (D). Itaporanga D'ajuda, SE, 2017.

Os resultados apresentados e discutidos até o momento indicam de modo consistente que os acessos de coqueiro-anão apresentam divergência genética como atestado pelas análises univariadas e multivariadas realizadas. Entretanto, por se tratar de uma cultura autógama (PASSOS, 1998) é muito importante se examinar os componentes de variância para se ter uma informação segura da existência de variância genética para os descritores, notadamente os descritores que são mais importantes para os trabalhos de melhoramento. As análises usando a máxima verossimilhança (RESENDE, 2002) mostram que, de fato, existe variância genética para alguns descritores e essas variâncias frente às variâncias ambientais (Tabela 5) permitem se ter herdabilidades, mesmo no sentido amplo, que indicam a possibilidade de ganhos genéticos no melhoramento. Ou seja, o banco de germoplasma de coqueiro-anão apresenta variabilidade genética suficiente para ser trabalhada em programas de melhoramento do coqueiro-anão. De acordo com Guerra et al. (2009) os coeficientes de determinação de efeitos de parcela (c^2_{parc}) quantificam a variabilidade dentro dos blocos e se observa que os DQNOZ, VL, pH e NF que apresentaram variância genética muito baixa, apresentam maiores efeitos de parcelas (Tabela 5). Os demais caracteres apresentaram baixa magnitude (0,05 a 0,24), indicando que havia pouca variação ambiental entre parcelas dentro do bloco, além de indicar que o delineamento experimental empregado foi adequado, pois permaneceu a homogeneidade ambiental dentro de blocos para estes caracteres.

Os resultados das análises de máxima verossimilhança são muito importantes porque corroboram com os resultados obtidos com as análises univariadas e multivariadas e, consistentemente, indicam a existência de variabilidade genética no germoplasma de coqueiro-anão do ICG-LAC e a partir dos mesmos será possível selecionar indivíduos superiores para os diferentes ambientes de produção da cultura do coqueiro baseados nos principais descritores de importância econômica.

TABELA 5 - Estimativas da variância genotípica (Vg), variância ambiental entre parcelas (Vparc), variância residual (Ve), variância fenotípica individual (Vf), herdabilidade individual no sentido amplo (h2g) utilizando onze descritores de importância econômica no Banco Internacional de Coco para a América Latina e Caribe (ICG-LAC). Itaporanga D’ajuda, Sergipe.

Caracteres	Vg	Vparc	Ve	Vf	h2g	c2parc
DPOF	0,62	0,77	2,19	3,60	0,17 ± 0,04	0,21
DEQF	0,58	0,52	1,62	2,74	0,21 ± 0,05	0,19
DPNOZ	13,08	19,18	44,13	76,82	0,17 ± 0,04	0,24
DQNOZ	2,18	47,56	69,80	120,00	0,01 ± 0,01	0,39
VL	602,26	4554,18	5476,74	10676,53	0,05 ± 0,02	0,42
TSS	0,02	0,02	0,37	0,42	0,05 ± 0,02	0,05
Ph	0,00	0,28	0,05	0,34	0,00 ± 0,00	0,84
PTF	0,08	0,03	0,08	0,20	0,39 ± 0,07	0,17
PCAS	0,07	0,01	0,04	0,13	0,57 ± 0,08	0,11
ECAS	8,15	6,00	10,04	24,31	0,33 ± 0,06	0,24
NF	108,48	392,89	867,36	1378,79	0,07 ± 0,03	0,28

*Descritores: DPOF - diâmetro polar do fruto (cm); DEQF - diâmetro equatorial do fruto (cm); DPNOZ - diâmetro polar da noz do fruto (mm); DQNOZ - diâmetro equatorial da noz do fruto (mm); CIPOF - circunferência polar do fruto (cm); VL- volume do endosperma líquido (mL); TSS – teor de sólidos solúveis do endosperma líquido (°Brix); pH – potencial hidrogeniônico do endosperma líquido (pH); PTF - peso total do fruto (kg); PCAS - peso do epicarpo (casca) (kg); ECAS - espessura do epicarpo (casca) (mm); NF - número de frutos por planta (unidade);

CONCLUSÕES

Existe diversidade genética entre os acessos de coqueiro-anão conservados no banco (ICG-LAC). O emprego da análise de máxima verossimilhança confirma a existência de variabilidade genética nos acessos do banco ICG-LAC para vários descritores de importância para o melhoramento do coqueiro-anão.

AGRADECIMENTOS

Os autores agradecem a Mariana N. R. Lima pelo suporte estatístico. Ao MAPA/SNPC pelo suporte financeiro e à Embrapa Tabuleiros Costeiros pelo suporte para a execução dos trabalhos de campo e laboratório.

REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

ARAGÃO, W.M.; COSTA, A.S., SANTOS, H.C.A.C.; PEDROSO, G.T. Florescimento, produção e composição morfológica de frutos de cultivares de coqueiro. **Agrotropica**, Ilhéus, v. 14, n.3, p.151 – 158, 2002.

BARTLETT, M. S. Properties of sufficiency and statistical tests. Proceedings of the Royal Society, **Series A**, v.160, p.268–282, 1937.

CAMBUI, E. V. F.; ARAGÃO, W. M; LEAL, M. L. S. Variabilidade genética entre cultivares de coqueiro anão (*Cocos nucifera*, L. var. *nana*). **Revista Brasileira de Biociências**, Porto Alegre, v.5, supl.1, p.165-167, jul. 2007.

CHARRAD, M.; GHAZZALI, N.; BOITEAU, V.; NIKNAFS, A. (2015) NbClust: **An examination of indices for determining the number of clusters. R package version 1.4.** Disponível em: < <https://cran.r-project.org/web/packages/NbClust/index.html> >. Acesso em: 20 jan. 2016.

CRUZ, C.D.; FERREIRA, F.M; PESSONI, L.A. **Biometria Aplicada ao Estudo da Diversidade Genética**. 1º ed. Viçosa. UFV, 2011. 620p.

CRUZ, C.D. GENES - A Software Package for Analysis in Experimental Statistics and Quantitative Genetics. **Acta Scientiarum**, Maringá, v.35, n.3, p.271-276, 2013.

DAHER, R. F.; PERERA, M. G.; TUPINAMBÁ, E. A.; AMARAL JUNIOR¹, A. T.; ARAGÃO, W. M.; RIBEIRO, F.E; RIBEIRO, L.; SAKIYAMA, N. S. Assessment of coconut tree genetic divergence by compound sample RAPD marker analysis. **Crop Breeding and Applied Biotechnology**, Viçosa, v. 2, n. 3, p. 431-438, 2002.

FAOSTAT, **Culturas ano 2014.** Disponível em: <http://www.fao.org/faostat/en/#data/QC>. Acesso em 23 nov., 2014.

FERREIRA, J.M.S; WARWICK, D.R.N.; SIQUEIRA, L.A. **A cultura do coqueiro no Brasil**. 2ºed. Brasília. Embrapa-Serviço de Produção e Informação, 1998.

FERREIRA, J.M.S. **Frutas do Brasil: Coco fitossanidade**. Brasília: Embrapa Informação Tecnológica, Aracaju, Embrapa-CPATC, 136p, 2002.

FONTES, H.R.; WANDERLEY, M. **Situação Atual e Perspectivas para a Cultura do Coqueiro no Brasil**. Aracaju: Embrapa Tabuleiros Costeiros, 2006 (Embrapa Tabuleiros Costeiros. Documentos, 94).

GUERRA, C. R. S. B. et al. Estratégias de seleção dentro de progênies em duas populações de *Myracrodruon urundeuva* Fr. All. **Scientia Forestalis**, Piracicaba, v. 37, n. 81, p. 079-087, 2009.

IPGRI. **Descriptors for Coconut** (*Cocos nucifera* L.). International Plant Genetic Resources Institute, Rome, Italy, 68p. 1995.

LIYANAGE, D.V. Varieties and forms of the coconut palm grown in Ceylon. **Ceylon Coconut Quarterly**, Sri Lanka, v.9, p.1-10, 1958.

MANTEL, N. The detection of disease clustering and generalized regression approach. **Cancer Research**, Birmingham, v.27, n.2, p.209-220, 1967.

MELO FILHO, H.F.R.; SILVA, F.B.R.; JACOMINE, P.K.T. Levantamento detalhado dos solos da Fazenda, UEPAE/ARACAJU. Rio de Janeiro: Serviço Nacional de Levantamento e Conservação de Solos, 1982 (EMBRAPA-SNLCS. Boletim Técnico,

MOJENA, R. Hierarchical grouping method and stopping rules: an evaluation. **Computer Journal**, v. 20, p. 359-363, 1977.

OHLER, J.G. **Coconut, tree of life**. Rome: FAO, 1984. 446p.

PASSOS, E.E.M. Morfologia do coqueiro. In: Ferreira, J.M.S; Warwick, D.R; Siqueira, L.A. A cultura do coqueiro no Brasil. 2^oed. Brasília: Embrapa –SPI; 1998, p.57-64.

R DEVELOPMENT CORE TEAM. R. **A Language and Environment for Statistical Computing**. R Foundation for Statistical Computing, Vienna, Áustria. 2012.

RESENDE, M. D. V. **SELEGEN-REML/BLUP**. 1. ed. Campo Grande, Colombo, 2006.

RESENDE, M. D. V. **Genética biométrica e estatística no melhoramento de plantas perenes**. Editora Embrapa Informação Tecnológica, Brasília 975 p., 2002.

ROHLF, F. S.; FISHER, D. L. Test for hierarchical structure in random sets. **Systematic Zoology**. v. 17, p. 407-412. 1968.

SHAPIRO, S. S.; WILK, M. B. An analysis of variance teste for normality. **Biometrika**, v. 52, p. 591-611, 1965.

SINGH, D. The relative importance of characters affecting genetic divergence. **The Indian Journal of Genetic and Plant Breeding**, New Delhi, v. 41, p. 237-245, 1981.

SNEATH, P. H.; SOKAL, R. R. *Numerical taxonomy: The principles and practice of numerical classification*. San Francisco: W.H. Freeman, 1973. 573p.

SOBRAL, K.M.B.; RAMOS, S.R.R.; GONÇALVES, L.S.A.; AMARAL-JUNIOR, A.T. do A.; ARAGÃO, W.M. Variabilidade genética entre acessos de coqueiro-anão utilizando técnicas de análise multivariada. **Magistra**, Cruz das Almas. v. 24, p.348-359, 2012.

SOKAL, R. R. and ROHLF, F. J. The comparison of dendrograms by objective methods. **Taxon**, Berlin, v.11 p.33-40, 1962.

SUGIMURA, Y.; ITANO, M.; SALUD, C.D.; OTSUJI, K.; YAMAGUCHI, H. Biometric analysis on diversity of coconut palm: cultivar classification by botanical and agronomical traits. **Euphytica**, Wageningen, v.98, p.29–35, 1997.

ZIZUMBO-VILLARREAL, D.; PIÑERO, D. Pattern of morphological variation and diversity of *Cocos nucifera* (Arecaceae) in Mexico. **American Journal of Botany**, St. Louis, v. 85, n° 6, p.855–865, 1998.

Capítulo III

Avaliação do óleo virgem de coco em diferentes acessos de coqueiro

Avaliação do óleo virgem de coco em diferentes acessos de coqueiro

RESUMO - O Brasil quanto à produção e consumo de copra e óleo de coco encontra-se de forma incipiente, apesar de ser o quarto produtor mundial de frutos. Para que ocorra uma mudança nesse panorama faz-se necessário estudos sobre o germoplasma disponível e utilizado no país, além de obter resultados que demonstrem os benefícios do uso do óleo de coco na alimentação humana. A Embrapa Tabuleiros Costeiros mantém o Banco Internacional de Germoplasma de Coco para América Latina e Caribe (ICG-LAC) com vários acessos de coqueiros anões e gigantes. Assim, o presente trabalho teve como objetivo avaliar acessos de coqueiro-anão e gigante por meio da análise química do óleo virgem obtido da polpa dos frutos secos de acessos conservados pelo banco ICG-LAC. Foram avaliados 14 acessos de coqueiro em dois experimentos distintos, sendo oito acessos de coqueiro-gigante e seis de coqueiro-anão. Foram utilizados frutos com 11 meses de idade. Foram avaliados o teor de óleo e o teor de umidade do albúmen sólido e para avaliação do óleo extra virgem realizaram-se as análises de índice de acidez, atividade antioxidante, compostos fenólicos, tocoferóis totais e quantificação dos carotenoides totais, quantidade de óleo por fruto e produção de óleo por hectare. Para todas as avaliações primeiramente foi realizado os testes de normalidade e, para as variáveis que se mostraram normais, foram realizadas análise de variância e teste de Tukey a 5% de probabilidade para comparação de médias. O teor de óleo mostrou diferenças significativas para os dois tipos de coqueiros avaliados. Para as demais características do óleo (umidade, acidez, atividade antioxidante e tocoferóis) foram encontradas diferenças significativas ora para os anões ora para os gigantes. Os melhores acessos de coqueiro-anão apresentaram produção de óleo comparadas com a produção de coqueiros gigantes e podem ser explorados tanto para água de coco como para a produção de óleo, indicando que é um germoplasma promissor para os trabalhos de melhoramento do coqueiro.

Palavras-chave: *Cocos nucifera*, L, germoplasma, óleo de coco extra virgem

Evaluation of virgin oil of coconut accessions

Abstract – In Brazil the production and use of copra and oil of coconut is very limited despite the country occupy the fourth position in fruit production, in the world. In order to change this situation it will be necessary to study the germplasm available to obtain results that can show the benefits of the coconut oil in food for humans. The Embrapa Tabuleiros Costeiros keeps an International Coconut Germplasm Bank for Latin America and Caribe (ICG-LAC) that hold several coconut accessions of tall and dwarf plants. Thus, the aim of the present work is to evaluate coconut accessions of tall and dwarf plants using an analysis of coconut virgin oil extracted from the pulp of dried fruits of different accessions from the ICG-LAC germplasm bank. Fourteen coconut accessions (eight accessions of tall coconuts and six accessions of dwarf coconuts) were evaluated in two different field trials. Fruits with 11 months old were evaluated. They were evaluated the oil content and moisture of the solid albumen and to analyze the virgin oil they were estimated the acidity index, antioxidant activity, phenolic compounds, tocopherols and total carotenoids, oil per fruit and oil production per hectare. All variables were examined if they follow the normality and, for variables that shows normality it was performed an analysis of variance and the treatment means were compared with the Tukey test at 5% of level of significance. The oil content was significant different in both types of coconuts evaluated. For the other oil characteristics (humidity, acidity index, antioxidant activity and tocopherols) significant differences were found sometimes for the dwarfs and sometimes for the tall ones. The best dwarf coconut accessions presented an oil production compared with the production of tall coconuts and they can be exploited for coconut water as well as for oil production, and, therefore, they are a germplasm very promising for coconut breeding.

Key-words: *Cocos nucifera*, L, germoplasm, extra virgin coconut oil

INTRODUÇÃO

O coqueiro (*Cocos nucifera* L.) é amplamente conhecido como a árvore da vida. Seus principais produtos vêm do fruto, uma noz delimitada pelo exocarpo e mesocarpo. Abaixo da casca dura da noz (endocarpo) tem o endosperma comestível branco com superfície livre côncava formando uma cavidade esférica preenchida com água de coco (albúmen líquido). Dependendo da variedade botânica, um fruto maduro pode pesar de 3 a 4 kg e é composto de casca (exocarpo + mesocarpo), coque (endocarpo), albúmen sólido e água (GRIMWOOD, 1975). Em média o albúmen fresco é constituído por 50% de água, 34% de óleo, 7,3% de carboidratos, 3,5% de proteínas, 3,0% de fibras e 2,0% de cinzas (BANZON e VELASCO, 1982).

Quanto ao *ranking* mundial de produção de óleo de coco destaca-se a Indonésia com a produção de 929.600 toneladas, seguida pela Filipinas (1.291.642 t), Índia (391.600 t), Sri Lanka (54.600 t) e Brasil (2.000 t) (FAOSTAT, 2014). Apesar de ser o quarto produtor mundial em frutos, o Brasil encontra-se incipiente na produção e consumo de copra e óleo, ocasionado por fatores culturais de alimentação e pouco conhecimento dos benefícios nutricionais na utilização do óleo de coco, resultando na maioria da população um consumo frequente de óleos mais baratos, como o de soja por exemplo. Para que ocorra uma mudança sobre o consumo do óleo de coco faz-se necessário uma maior divulgação dos benefícios e utilidades do óleo de coco além da necessidade de técnicas de produção que possam proporcionar redução do custo de produção para que chegue ao consumidor final com preço mais acessível.

O Brasil é o único país do mundo no qual o coqueiro não é cultivado para obtenção de óleo e é explorado basicamente para uso dos frutos verdes *in natura* (água-de-coco) e secos (uso culinário), seja nas agroindústrias de água-de-coco e de albúmen sólido (polpa do fruto) e seus derivados, leite de coco, coco ralado, farinha de coco (ARAGÃO, 2002).

Devido às novas demandas e possibilidades de abertura para um novo mercado consumidor de produtos considerados saudáveis, tanto as agroindústrias, assim como centros de pesquisas vêm buscando compreender e adquirir novos conhecimentos sobre a cultura do coco. Uma das vertentes da pesquisa é o estudo

do germoplasma de coco visando avaliar a produção de frutos (quantidade, qualidade e rendimento de frutos), além do conhecimento sobre os componentes presentes no óleo.

Em outros países, principalmente os grandes consumidores os quais têm em seu hábito nutricional o consumo do óleo de coco, são encontradas muitas referências dedicadas a trabalhos sobre alimentação nos quais são avaliados os potenciais nutricionais indicando quais os melhores métodos de extração; formas de utilização seja *in natura* ou na substituição de outras fontes lipídicas; estudos de compostos vitamínicos e atividades antioxidantes e relações com doenças cardiológicas. Muitas informações podem ser encontradas em Nevin e Rajamohan (2004); Feranil et al (2011); Candelaria et al. (2005); Akinnuga et al. (2014).

Outra área bastante explorada para o óleo de coco é o potencial energético para produção de biocombustíveis e lubrificantes como destacado nos trabalhos de Nakpong e Wootthikanokkhan (2010) e Jayadas e Nair (2006). Nessa mesma linha, Kumar (2011) mostrou o perfil de ácidos graxos de 108 acessos, sendo 60 gigantes, 14 anões e 34 híbridos disponíveis e produzidos na Índia. Este autor verificou que existem variações para o perfil de ácidos graxos entre os acessos avaliados e indicou que acessos com alta concentração para um ácido graxo específico pode ter potencial para exploração comercial, como os ácidos graxos de cadeia média e ácidos graxos insaturados que são mais adequados para o consumo humano.

No Brasil, apesar de poucos estudos em relação ao óleo de coco, podem ser encontrados alguns trabalhos iniciais como o de Passos e Cardoso (2011) que avaliando acessos de coqueiro-não para produção de óleo, observaram uma variação entre os acessos e indicaram a possibilidade de utilização do coqueiro-anão para a produção de óleo, pois quando comparado a outros acessos utilizados comercialmente como os gigantes, pois devido alta produção de frutos dos anões, eles apresentam um maior rendimento.

Outro importante trabalho relacionado ao estudo do óleo de coco foi o de Cardoso e Passos (2015) que avaliaram a produção de óleo entre o híbrido BRS 001 (anão-verde-de-Jiqui x gigante-do-Brasil-da-Praia-do-Forte) e seus parentais, gigante-do-Brasil-da-Praia-do-Forte (GBrPF) e anão-verde-de-Jiqui (AVeBrJ). Dentre as três cultivares avaliadas o AVeBrJ e o BRS 001 apresentaram maior potencial de

produção de óleo em comparação ao GBrPF e recomendam o plantio destas cultivares para produtores que tenham a exploração de óleo como finalidade comercial.

O conhecimento sobre a avaliação química de cultivares que são utilizadas comercialmente no Brasil, será de grande valia, pois poderá auxiliar na organização da cadeia produtiva do coqueiro criando assim uma nova oportunidade de expansão do agronegócio desta cultura no Brasil. Considerando a existência do Banco Internacional de Germoplasma de Coco para América Latina e Caribe (ICG-LAC) torna-se necessário o estudo dos diferentes acessos que compõem o mesmo, já que muitos destes acessos são utilizados comercialmente no país. Por meio da avaliação destes acessos, informações sobre o desempenho, assim como suas características químicas (teor de óleo e suas frações lipídicas), poderão auxiliar na compreensão sobre a diversidade dos metabólitos produzidos, o que poderá auxiliar nos processos de seleção e melhoramento genético da cultura, indicando cultivares com frutos de maior rendimento e melhor qualidade de óleo.

Assim, o presente trabalho teve como objetivo avaliar acessos de coqueiro-anão e gigante utilizando a análise química do óleo virgem obtido da polpa dos frutos secos de acessos conservados pelo Banco Internacional de Germoplasma de Coco para América Latina e Caribe (ICG-LAC).

MATERIAL E MÉTODOS

1. Amostragem para obtenção do albúmen sólido

Em um ciclo de colheita, no ano agrícola de 2014, foram avaliados 14 acessos de coqueiro, em dois experimentos de campo sendo um com oito acessos de coqueiro gigante: gigante-da-Polinésia-GPY; gigante-da-Praia-do-Forte-GBrPF; gigante-de-Tonga-GTG; gigante-do-Oeste-Africano-GOA, gigante-de-Rennel-GRL; gigante-de-Rotuma-GRT; gigante-de-Vanuatu-GVT e gigante-da-Malásia-GML e outro com seis acessos de coqueiro-anão: anão-verde-Brasil-de-Jiqui-AVeBrJ; anão-vermelho-de-Camarões-AVC; anão-vermelho-da-Malásia-AVM; anão-vermelho-de-

Gramame-AVG; anão-amarelo-de-Gramame-AAG; anão-amarelo-da-Malásia-AAM. Todos os acessos avaliados fazem parte do Banco Internacional de Germoplasma de Coco para América Latina e Caribe (ICG-LAC), sendo que os acessos de coqueiro-gigante são conservados no Campo Experimental do Betume (CEB), localizado no município de Neópolis, SE, e os acessos de coqueiro-anão no Campo Experimental de Itaporanga, localizado no município de Itaporanga d'Ajuda, SE. Em ambos experimentos foram selecionadas três plantas de cada acesso, ao acaso, em cada repetição e de cada planta selecionada foram escolhidos, ao acaso, três frutos, dos quais alíquotas do albúmen (100g por fruto) foram coletadas, misturadas e analisadas conjuntamente (amostra composta), sendo que os acessos de gigante encontravam-se em três repetições e os anões em quatro. Os frutos avaliados tinham 11 meses de idade, contados a partir da abertura das flores femininas. A coleta do albúmen sólido de cada fruto foi realizada com o auxílio de facas, na região equatorial de cada fruto conforme metodologia descrita por Wuidart e Rognon (1978). Esse material foi fatiado em cubos pequenos e de cada amostra foi recolhida uma alíquota de 5g para a determinação do teor de umidade e o restante da massa foi armazenada em *freezer* comum (-24°C) onde permaneceu até a sua utilização.

2. Características químicas do albúmen sólido

2.1. Teor de umidade

As alíquotas do albúmen sólido foram submetidas à secagem a 105°C por 24h, em estufa com circulação forçada de ar, e em seguida pesadas novamente. A perda de umidade foi quantificada pela diferença de peso entre a massa úmida e a massa seca. O teor de umidade, expresso em g de água/100 g de albúmen fresco, foi calculado dividindo a perda de umidade pela massa da amostra úmida (WUIDART e ROGNON, 1978).

2.2. Teor de óleo

Para determinação do teor de óleo, uma alíquota de aproximadamente 50g do albúmen armazenado no *freezer* foi transferida para um *ultrafreezer* (-80°C) por 24h e em seguida liofilizada por 48 h. A massa resultante da liofilização foi triturada em liquidificador industrial e uma alíquota de 2 g submetida à extração em aparelho Soxhlet com éter de petróleo durante 8 horas (LUTZ, 1985). O teor de óleo foi obtido pela razão entre a massa de óleo extraída e a massa de albúmen liofilizado utilizado na extração (LUTZ, 1985). Paralelamente à extração de óleo, foi determinada a umidade residual das amostras liofilizadas, utilizando-se o procedimento descrito anteriormente no item 2.1, porém utilizando-se uma massa de 2g da amostra triturada e por um tempo de secagem de 8 horas para possibilitar a expressão dos resultados em base seca (g de óleo/100 g de albúmen sólido (B.S.)). Os teores foram também expressos em base fresca, sendo esses resultados obtidos após a divisão do teor de óleo em base seca pelo teor de matéria-seca do albúmen (%MS), sendo este último obtido pela fórmula $\%MS = ((1-\%U)/100)$, onde U é a porcentagem de umidade, expressa em número decimal.

2.2.1. Extração e avaliação química do óleo de coco extra virgem

2.2.1.1. Extração do óleo extra virgem

Para a extração do óleo foi utilizada 100g do albúmen sólido. As amostras foram descongeladas em etapas, sendo mantidas em geladeira (6°C) após serem retiradas do *freezer* (-24°C) e só depois deixadas em temperatura ambiente até estabilização. O albúmen sólido foi triturado utilizando um processador caseiro de alimentos (centrífuga *juicer* 350W), o qual já removia parte do leite do albúmen. O sólido triturado restante foi filtrado e prensado manualmente em coador de café (tecido de algodão) para a obtenção de todo o leite de coco possível. Esse leite foi então transferido para tubo “falcon” de 40 mL e devidamente identificado. Cada amostra foi mantida em geladeira por 48h a 6°C (NEVIN e RAJAMOHAN, 2004), para que ocorresse a separação das fases aquosa e orgânica. As amostras foram

então aquecidas por 48h em estufa com circulação forçada de ar a 50°C por 1h para facilitar a separação do óleo das proteínas constituintes da fase orgânica. Depois do aquecimento cada amostra foi centrifugada por 30 minutos a 5000rpm e 24°C, bem delimitadas, tendo sido coletada a fase superior, correspondente ao óleo desejado, com pipeta de Pasteur e tomando-se o cuidado de não coletar junto, alíquotas de água ou de proteína. O óleo coletado foi filtrado com sulfato de sódio, depositado sobre fina camada de lã de vidro em funil de vidro simples de modo a reter possíveis resquícios de água residual e após a filtragem cada amostra foi armazenada em tubo “falcon” identificado e mantida em *freezer* (-24°C) até o momento das avaliações (SENEVIRATNE et al., 2009).

2.2.1.2. Índice de acidez

Após o descongelamento das amostras que se apresentavam de forma líquida, foram pesadas 2 g da amostra em erlenmeyer de 125 mL, e adicionado 25 mL de solução de éter-álcool (2:1) neutra e posteriormente adicionado duas gotas do indicador fenolftaleína. As amostras foram tituladas com solução de hidróxido de sódio 0,01 M até o aparecimento da coloração rósea, a qual deveria persistir por 30 segundos (LUTZ, 1985). Os valores do índice de acidez foram relatados como porcentagem (%) e devem ser entendidos como a porcentagem de ácidos expressa em termos da massa do ácido oleico relativamente à massa de óleo (g de ácido oléico/100 g de óleo).

2.2.1.3. Atividade antioxidante

Para a determinação da atividade antioxidante total (AAT), correspondente ao sequestro dos radicais de di-terc-butil metil fenol (DPPH) pelo óleo de coco extra-virgem em sua composição integral, utilizou-se metodologia descrita por Seneviratne et al. (2009) com modificações, fazendo reagir 1,7 mL de DPPH a 0,8 mM com 0,3 mL do óleo em diferentes concentrações (0,09; 0,18; 0,27; 0,36 g de óleo/g de extrato), sendo ambos (DPPH e amostras de óleo) dissolvidos em acetato de etila (ESPÍN et al., 2000) para a determinação da atividade antioxidante total. Os valores

de absorvância foram mensurados em espectrofotômetro UV-VIS a 515nm da marca Themo Scientific e modelo Genesys 10S UV-VIS. A AAT foi mensurada como porcentagem de inibição do radical DPPH calculada pela fórmula: %Inibição = $[(A_0 - A_1/A_0)] * 100$ onde A_0 é a absorvância da mistura reacional do DPPH com o solvente sem a adição do extrato, e A_1 é a absorvância da mistura reacional do DPPH com o extrato após decorrido o tempo de reação. Esse tempo foi mensurado pelo decréscimo do valor da absorvância, a partir da mistura do extrato com a solução do DPPH (tempo 0), até a estabilização do valor da absorvância (BRAND-WILLIAMS et al., 1995)

Para efeito de comparação, os mesmos testes realizados para os extratos foram feitos com o δ -tocoferol, considerado antioxidante padrão (MARINA et al., 2009), dissolvido em acetato de etila, nas mesmas concentrações verificadas para as amostras de óleo de coco.

2.2.1.4. Quantificação dos carotenoides totais

Tendo em vista que ainda não há uma metodologia bem estabelecida para a remoção de lipídios de amostras com elevados teores desses compostos, previamente à quantificação de carotenoides (RODRIGUEZ-AMAYA, 2001) e também considerando que não há relatos sobre a presença de carotenoides no óleo de coco, foram empregadas três metodologias para tentar identificar e quantificar esses compostos. A) o óleo de coco foi dissolvido em acetona e mantido em *freezer* (-24°C) por cinco horas para a solidificação dos lipídios, os quais foram removidos por filtração em funil com placa sinterizada. Depois disso foi feita partição da fase orgânica para éter de petróleo, utilizando água destilada para promover a separação das fases e remover a acetona. Finalmente, a fase orgânica foi saponificada com solução metanólica de hidróxido de potássio a 20% contendo 0,1g de BHT [(Ionol) (Butil Hidroxi Toluol)], à temperatura ambiente por 12 horas; o sabão foi removido por etapas sequenciais de decantação e lavagem com água destilada até pH neutro; a água residual foi removida por filtração em sulfato de sódio e foi feita a verificação do extrato obtido para a identificação de cor amarelada e necessidade de concentração do extrato para leitura da absorvância em espectrofotômetro UV-Vis

(RODRIGUEZ-AMAYA, 2001). B) segue essencialmente a metodologia A, porém sem a etapa de remoção dos lipídios a frio com acetona (TRUJILLO-QUIJANO, 1994). C) segue essencialmente a metodologia A, porém com o uso de KOH a 10% (PACHECO, 2014).

2.2.1.5. Tocoferóis totais

A quantificação de tocoferóis totais foi realizada conforme descrito por Wong et al. (1988), pela adição da amostra de 1 mL de óleo, 5 mL de tolueno, 3,5 mL de 2,2'-bipiridina (0,07%) em etanol aquoso a 95% e 0,5 mL de $\text{FeCl}_3 \cdot 6\text{H}_2\text{O}$ a 0,2% em etanol aquoso (95%) em balão volumétrico de 10 mL. O volume do balão foi ajustado com o etanol aquoso e a absorbância das amostras e dos padrões lidas a 520 nm em espectrofotômetro UV-Vis, após tempo de reação de um minuto. A quantificação do teor de tocoferóis das amostras foi feita pela interpolação das absorbâncias na curva de calibração construída com β -tocoferol com concentrações variando entre 40 e 100 $\mu\text{g/mL}$ seguida da multiplicação do valor obtido pelo fator de diluição da amostra e divisão pela massa de óleo utilizada.

2.2.1.6. Compostos fenólicos

As metodologias de extração da fração de fenólicos e a quantificação de fenólicos totais foram realizadas, conforme descrito por Gutfinge (1981), Marina et al. (2009) e Marina et al. (2009a), com algumas modificações referentes à massa de óleo. Para obtenção da fração de fenólicos foi adicionado 1 mL de solução metanol:água (80:20) a 2g de óleo e a mistura resultante foi agitada em vórtex por 2min e em seguida centrifugada a 0° por 10min. O sobrenadante foi coletado e reservado. Posteriormente, o processo de adição da solução metanol:água (80:20), agitação e centrifugação foi repetido na mesma amostra de óleo e o sobrenadante reservado juntamente com aquele obtido na primeira etapa da extração. A mistura dos sobrenadantes foi então seca em estufa a 70°C por 12 horas para a obtenção de um extrato seco. Para a quantificação dos compostos fenólicos, ao extrato seco, foram adicionados 0,2mL de metanol:água, 1,0 mL de reagente de Folin Ciocautau

e 0,8mL de carbonato de sódio. A mistura foi mantida em repouso por 30min e em seguida a absorvância mensurada em espectrofotômetro a 725nm. O ácido gálico foi utilizado para calibração da curva e a concentração de fenólicos totais foi expressa por meio do ácido gálico equivalente (GAE) por 100g de óleo.

ANÁLISES ESTATÍSTICAS

Os acessos de anões e gigantes foram avaliados de forma individual. Para todas as avaliações, foram testadas as pressuposições da ANOVA e realizadas análises de variância para os descritores químicos e aplicado o teste de Tukey para estudo de comparativo de médias dos acessos avaliados. Todas as avaliações foram realizadas usando-se o programa Genes (CRUZ, 2013). Para a avaliação de rendimento por acesso foi utilizado o método estabelecido por Cardoso e Passos (2015), usando para o cálculo da quantidade de óleo por fruto, expressa em g de óleo/fruto (Equação 1) e a produção de óleo por hectare expressa em kg de óleo/ha é estimada usando a Equação 2, conforme descrito abaixo:

Equação 1:

$$QO (g) = (TO/100) \times (MS/100) \times MA$$

Equação 2

$$O/ha = [(QO)/1000] \times \text{Número de plantas/ha} \times \text{Número de frutos/planta}$$

Onde:

QO – quantidade de óleo por fruto expresso em g;
TO – teor de óleo expresso em g de óleo em 100 g de matéria seca;
MS – teor de matéria seca;
MA – massa de albúmen.

RESULTADOS E DISCUSSÃO

Os acessos de coqueiro-anão apresentaram diferenças significativas para o teor de óleo, umidade, atividade antioxidante e tocoferóis, porém, para acidez, quantidade de óleo por fruto e produção de óleo/ha, não houve diferença significativa entre acessos pelo teste F (Tabela 1). Os acessos de coqueiro-gigante apresentaram diferença estatística a 1% de significância para teor de óleo, acidez e quantidade de óleo por fruto, porém não apresentaram diferenças significativas para umidade, atividade antioxidante, tocoferóis e produção de óleo/ha (Tabela 2). Quanto aos coeficientes de variação, o teor de óleo, umidade, atividade antioxidante, tocoferóis e quantidade de óleo por fruto apresentaram valores baixos, enquanto que a acidez e a produção de óleo/ha, apresentaram os maiores coeficientes de variação, tanto para os anões como para os gigantes (Tabelas 1 e 2). Esses valores elevados podem ser decorrentes da variação no processo de determinação uma vez que depende de titulação de soluções que pode apresentar pequenas variações entre uma leitura e outra e para a produção devido à variação de frutos produzidos em cada parcela avaliada.

Tabela 1. Resumo das análises de variância estimadas para os componentes químicos do óleo de seis acessos de coqueiro-anão do Banco Internacional de Germoplasma de Coco para América Latina e Caribe (ICG-LAC). Itaporanga D'ajuda, Sergipe, 2017.

Descritores	QM		Valores		
	Acessos	CV	Mínimo	Máximo	Média
Teor de óleo	*	2,90	60,24	69,42	65,40
Umidade	**	6,33	35,56	58,75	45,33
Acidez	ns	50,82	0,08	0,74	0,25
Atividade antioxidante (AAT)	*	11,75	50,59	93,03	66,19
Tocoferóis	**	9,58	38,42	69,40	53,73
Quantidade de óleo por fruto	ns	14,41	48,90	521,0	78,03
Produção de óleo/ha	ns	25,47	521,24	1805,13	1090,62

ns – não significativo; * - significativo a de 5% de probabilidade pelo teste F; **- significativo a 1% de probabilidade pelo teste F.

Observa-se que o teor de óleo, considerando a média e a amplitude dos acessos avaliados, é um descritor químico com baixa variabilidade no germoplasma de coqueiro existente no banco ICG-LAC. Para o caso dos gigantes, esse intervalo

foi ainda menor, não chegando a 5% entre o menor e o maior acesso, dentre os oito avaliados (Tabelas 1 e 2). Resultado semelhante foi encontrado por Tavares et al. (1998), onde para os acessos GRL e GRT foram encontrados teores de 63,5g/100g e 72,66g/100g, respectivamente, portanto, um valor muito próximo do teor de óleo do acesso AVeBrJ no presente trabalho.

Tabela 2. Resumo das análises de variância estimadas para os componentes químicos do óleo de oito acessos de coqueiro-gigante do Banco Internacional de Germoplasma de Coco para América Latina e Caribe (ICG-LAC). Itaporanga D'ajuda, Sergipe, 2017.

Descritores	QM Acessos	CV	Valores		
			Mínimo	Máximo	Média
Teor de óleo	**	1,51	65,75	71,89	69,08
Umidade	ns	4,03	44,58	54,48	48,86
Acidez	**	35,44	0,10	0,63	0,27
Atividade antioxidante (AAT)	ns	9,23	51,51	74,33	60,68
Tocoferóis	ns	11,57	38,01	64,47	53,02
Quantidade de óleo por fruto (QO)	**	11,29	74,38	205,56	123,13
Produção de óleo/ha (O/ha)	ns	31,72	228,12	1292,66	743,76

ns – não significativo; * - significativo a de 5% de probabilidade pelo teste F; ** - significativo a 1% de probabilidade pelo teste F.

Na comparação entre os acessos de anão avaliados, o AVeBrJ apresentou maior valor numérico para o teor de óleo, juntamente com AVM, AVG, AAM (Tabela 3). Em termos estatísticos, esses quatro acessos não diferiram entre si, mas foram superiores aos acessos AVC, AAG, sendo que esses também não diferiram entre si. Passos e Cardoso (2011) avaliando os acessos AVeBrJ, AVM e AAM cultivados no projeto de irrigação de Neópolis, SE, obtiveram resultados estatísticos similares aos que aqui se apresentam, mesmo considerando que o estudo realizado por aqueles autores avaliou apenas três acessos. O teor de óleo obtido pelo acesso AVeBrJ no presente estudo foi ligeiramente superior àquele obtido por Cardoso e Passos (2015) que obtiveram 65,3% para o teor de óleo desse acesso. Kumar e Balakrishna (2009) avaliando acessos de anão, gigante e híbridos para teor de óleo encontraram valores que variaram de 58,4% a 60,7%, sendo assim, um pouco inferiores aos valores obtidos com os acessos avaliados no presente trabalho.

Tabela 3. Dados médios dos componentes químicos do óleo para seis acessos de coqueiro-anão do Banco Internacional de Germoplasma de Coco para América Latina e Caribe (ICG-LAC). Itaporanga D'ajuda, Sergipe, 2017.

Acessos*	Teor de óleo¹	Umidade²	Acidez³	AAT⁴	Tocoferóis⁵	QO⁶	O/ha⁷
AVeBrJ	68,50 a	40,83 b	0,38 a	61,47 ab	52,45 ab	75,00 a	1238,34 a
AVC	63,25 b	42,29 ab	0,24 a	70,36 ab	61,65 a	78,70 a	890,59 a
AVM	66,18 ab	44,62 ab	0,24 a	57,19 b	50,18 ab	77,15 a	1012,05 a
AVG	66,10 ab	48,83 a	0,18 a	61,28 ab	44,91 b	81,53 a	889,63 a
AAG	63,69 b	47,15 ab	0,25 a	75,17 a	52,36 ab	78,13 a	1088,28 a
AAM	64,65 ab	48,24 a	0,21 a	71,66 ab	60,85 a	77,90 a	1424,80 a
Média Geral	65,40	45,33	0,25	66,19	53,73	78,03	1090,62

*Médias seguidas pelas mesmas letras nas colunas, não diferem entre si pelo teste de Tukey ao nível de 5% de significância *Acessos: AVeBrJ - anão-verde-Brasil-de-Jiqui; AVC - anão-vermelho-de-Camarões; AVM - anão-vermelho-da-Malásia; AVG - anão-vermelho-de-Gramame; AVG - anão-amarelo-de-Gramame; AAM - anão-amarelo-da-Malásia. ¹Expresso g de óleo/100g de albúmen sólido (Base seca); ²Expresso g de H₂O/100g de albúmen sólido (Base fresca);³Expresso g de ácido oleico/100g de óleo; ⁴Expresso em % de inibição; ⁵Expresso µg de tocoferóis/g de óleo; ⁶Expresso em g de óleo/fruto; ⁷Expresso kg de óleo/ha.

Dessa forma, o acesso AVeBrJ por apresentar um bom teor de óleo e um teor de umidade mais baixo (Tabela 3), ao lado de outros acessos avaliados e, por apresentar grande aceitação para produção de água-de-coco é o que apresenta melhor desempenho para produção de óleo entre os anões, além de entre todos, possuir a maior produção de frutos/planta/ano. Os acessos AVG, AAG, AAM, AVC e AVM não diferiram estatisticamente e apresentaram maiores teores de umidade, indicando maior custo financeiro para obtenção do óleo, já que o processo de extração leva em conta período de secagem, o que elevará o custo de energia na sua produção. No coqueiro-gigante as médias dos acessos para produção de óleo foram diferentes significativamente, sendo um grupo formado por cinco acessos e o outro por três acessos (Tabela 4). Para umidade, AAT e tocoferóis, os acessos mostraram desempenho similar.

O processamento agroindustrial do albúmen sólido do coco destina-se basicamente à obtenção de três produtos: o óleo de coco, o leite de coco e o coco ralado. Os teores de óleo e de umidade são as características químicas de maior relevância para estimar o potencial de produção desses produtos nos diferentes acessos. Com relação à produção de óleo de coco, os acessos com maior potencial são aqueles que apresentam menores teores de umidade e maiores teores de óleo, conforme mostrado por Passos e Cardoso (2011) onde observaram que o potencial

de produção de óleo por fruto é proporcional ao teor de óleo e inversamente proporcional ao teor de umidade. Para os outros dois produtos, a avaliação torna-se mais complexa, uma vez que o albúmen deve ter elevado teor de óleo, já que esse é o principal constituinte da matéria seca de ambos os produtos, mas não deve possuir teor de umidade muito baixo, porque isso prejudica a qualidade sensorial do leite de coco relativamente à perda do aspecto leitoso característico (MORORÓ e FERREIRA, 2011). A resolução da Agência Nacional de Vigilância Sanitária (ANVISA) que normatiza a identidade e a qualidade do leite de coco (BRASIL, 2000), estabelece um teor de lipídios mínimo de 65% (em base seca) para o produto denominado “coco ralado integral”. Dessa forma, acessos com teor de óleo inferior a esse valor, como os dos anões AVC, AAG, AAM, não poderão ser utilizados para a obtenção desse produto, ficando restritos à classificação, “parcialmente desengordurado”. A norma para o leite de coco é menos rigorosa no que concerne ao teor de lipídios, de maneira que é possível encontrar produtos com teores variando entre 10 e 20% desses constituintes (Sococo, Ducoco, Serigy). Entretanto, ainda assim é importante que o albúmen não tenha um teor de óleo baixo pois isso possibilita a obtenção de maiores quantidades do leite de coco, já que a norma anteriormente citada permite a adição de água a esse produto e a subsequente obtenção de produtos de coco ralado parcialmente desengordurado. Portanto, a identificação de acessos que possuam um equilíbrio desses percentuais de teor de óleo e umidade será de grande valia para a indústria. Assim, seguindo as determinações estabelecidas pela ANVISA para produção de leite de coco, entre os acessos avaliados o AVeBrJ, AVM, GPY e GVT, possuem potencial industrial para esse seguimento.

Quando observadas as duas variedades anão e gigante (Tabelas 3 e 4) verificou-se que o anão AVeBrJ apresentou desempenho semelhante aos gigantes, apesar dos diferentes ambientes e idade entre eles, esses dados indicam uma nova possibilidade de utilização deste acesso anão para exploração de produção de óleo e não somente para a produção de água de coco como é largamente utilizado. Além de semelhanças quanto ao teor com alguns acessos de gigantes, o AVeBrJ apresenta uma produção em número de frutos/planta bem superior aos gigantes, podendo acarretar uma maior produção de óleo por hectare cultivado.

Tabela 4. Dados médios dos componentes químicos do óleo para oito acessos de coqueiro-gigante Banco Internacional de Germoplasma de Coco para América Latina e Caribe (ICG-LAC). Itaporanga D'ajuda, Sergipe, 2017.

Acessos*	Teor de óleo¹	Umidade²	Acidez³	AAT⁴	Tocoferóis⁵	QO⁶	O/ha⁷
GPY	70,45 a	46,82 ab	0,25 ab	64,88 a	58,48 a	124,67 bc	1099,91 a
GBrPF	70,80 a	48,52 ab	0,16 b	55,29 a	47,18 a	102,18 cd	619,64 a
GTG	69,59 ab	50,39 ab	0,22 ab	61,02 a	54,75 a	129,82 bc	828,72 a
GOA	70,87 a	49,22 ab	0,35 ab	63,46 a	49,85 a	93,90 cd	579,98 a
GRL	66,20 c	51,67 a	0,18 b	55,43 a	52,25 a	194,72 a	750,67 a
GRT	68,24 abc	49,91 ab	0,16 b	59,87 a	62,25 a	150,29 b	994,44 a
GVT	69,22 ab	45,98 b	0,49 a	63,53 a	52,90 a	81,22 d	452,97 a
GML	67,27 bc	48,36 ab	0,36 ab	61,94 a	46,53 a	108,25 cd	623,74 a
Média	69,08	48,86	0,27	60,68	53,02	123,13	743,76

*Médias seguidas pelas mesmas letras nas colunas, não diferem entre si pelo teste de Tukey ao nível de 5% de significância. *GPY: Gigante-da-Polinésia; GBrPF: Gigante-da-Praia-do-Forte; GTG: Gigante-de-Tonga; GOA: Gigante-do-Oeste-Africano; GRL: Gigante-de-Rennel; GRT: Gigante-de-Rotuma; GVT: Gigante-de-Vanuatu; GML: Gigante-da-Malásia. ¹Expresso g de óleo/100g de albúmen sólido (Base seca); ²Expresso g de H₂O/100g de albúmen sólido (Base fresca); ³Expresso g de ácido oleico/100g de óleo; ⁴Expresso em % de inibição; ⁵Expresso µg de tocoferóis/g de óleo; ⁶Expresso em g de óleo/fruto; ⁷Expresso kg de óleo/ha.

Contudo, até aqui se considerou os valores médios do teor de óleo e da umidade dos acessos, porém, como foram analisadas diferentes plantas dentro de cada acesso será interessante examinar o intervalo entre os valores mínimos e máximos para as duas características (Tabela 5).

Observando-se os valores de plantas individuais verifica-se que os coqueiros-anões apresentaram plantas com o menor valor de teor de óleo de 56% e o máximo de 71% e dentro de cada acesso a menor amplitude se situou em torno de 5% e o máximo de 11%. Os gigantes apresentaram menor amplitude, situando-se entre 3% em alguns acessos e chegando até 11% em outros (Tabela 5). Contudo, o teor de umidade apresentou uma variação bem maior entre plantas, pois nos anões, foram observadas amplitudes de cerca de 7% (acesso 6), porém, alguns acessos apresentaram amplitude ao redor de 20%, sendo que o acesso 1 chegou a apresentar 22% (Tabela 5).

Tabela 5. Valores mínimos e máximos para teor de óleo e umidade entre plantas dentro dos acessos de coqueiro-anão e de coqueiro-gigante do Banco Internacional de Germoplasma de Coco para América Latina e Caribe (ICG-LAC). Itaporanga D'ajuda, Sergipe, 2017.

Acessos	Teor de óleo (%)		Teor de umidade (%)	
	Mínimo	Máximo	Mínimo	Máximo
AVeBrJ	66,36	71,24	24,89	46,60
AVC	58,63	66,25	38,91	50,71
AVM	63,18	68,56	33,66	51,05
AVG	58,48	69,44	43,12	61,57
AAG	61,26	67,96	42,05	50,05
AAM	56,24	67,11	43,23	50,43
Acessos	Teor de óleo (%)		Teor de umidade (%)	
	Mínimo	Máximo	Mínimo	Máximo
GPY	68,74	71,40	40,62	51,99
GBrPF	69,34	73,50	39,99	56,11
GTG	67,58	72,20	40,20	57,95
GOA	67,83	72,79	42,06	55,07
GRL	61,93	68,78	48,48	59,71
GRT	65,87	70,00	45,00	57,09
GVT	65,31	71,85	38,67	53,76
GML	59,10	71,06	44,77	52,65

Assim, os potenciais de produção dos diferentes acessos de coqueiros para a produção dos principais produtos agroindustriais podem ser classificados com base na avaliação dos teores de óleo e de umidade, que são as principais características quantitativas e que também influenciam a qualidade sensorial daqueles produtos. Por outro lado, a avaliação da qualidade (sobretudo nutricional) desses produtos, e principalmente do óleo de coco, a depender do acesso que seja utilizado na produção, depende da avaliação de constituintes minoritários do óleo, como ácidos graxos livres, tocoferóis, carotenóides, fenólicos e também do potencial antioxidativo do óleo.

O índice de acidez do óleo extra virgem entre os acessos de gigantes avaliados variou de 0,16% (GBrPF) a 0,49% (GVT) (Tabela 4). Entretanto, esses resultados englobam dez dos catorze acessos avaliados considerando anões e gigantes, pois a faixa de valores ficou compreendida entre 0,15% e 0,26%. Esses resultados mostram que os frutos da maioria dos acessos avaliados no presente estudo geram óleos com índice de acidez menor do que os óleos extra virgens disponíveis no mercado, uma vez que, para esses últimos, os valores de acidez

reportados nos rótulos oscilam entre 0,3% e 0,5%. Entretanto, deve-se ter em mente que o processo de produção do óleo interfere na sua qualidade como um todo, incluindo o índice de acidez, de maneira que, as conclusões que resultam dessa comparação devem ser sempre acompanhadas dessa ressalva, ou seja, não depende apenas do mérito do genótipo.

Além da utilização alimentícia, o baixo teor de acidez também é muito importante na utilização do óleo para a síntese de biodiesel, o qual somente pode ser produzido pela via mais rápida (utilizando álcoois de cadeia curta em meio alcalino) a partir de óleos com acidez inferior a 0,5% (MA et al., 1999). Do contrário, faz-se necessária a realização de uma etapa de refino do óleo ou a adoção da catálise ácida, que é muito mais lenta do que a catálise alcalina (MA et al., 1998; FUKUDA et al., 2001). Os óleos de todos os acessos avaliados cumprem o requisito para a transesterificação alcalina, o que confirma a qualidade no que se refere a esse indicador.

Na comparação estatística entre os acessos de uma mesma variedade, foi observado que acessos de coqueiro-anão não diferiram estatisticamente para o índice de acidez (Tabela 3), enquanto que os acessos de coqueiro-gigante apresentaram diferença estatística a 1% de significância, para essa variável, pelo teste F (Tabela 4).

Os acessos de anões avaliados diferiram pouco quanto à atividade antioxidante, onde apenas os acessos AAG e AVM apresentaram-se diferentes. Quando comparados com os resultados obtidos por Marina et al. (2009) que avaliaram marcas de óleo comercial encontrados na Malásia e Indonésia, obtiveram valores abaixo somente em duas amostras as quais foram determinados valores de 79,87% e 76,69%. Os acessos AVeBrJ, AVC, AAM e AVG não apresentam diferença e entre os anões estes apresentaram valores intermediários para ATT. Na avaliação dos acessos de coqueiro-gigante, estes demonstraram não diferença entre os acessos avaliados, indicando semelhança quanto a atividade antioxidante, e para esse descritor observou-se baixa variação, demonstrada pelo coeficiente de variação.

O óleo de coco virgem apresentou atividade antioxidante, sendo que entre os compostos avaliados: fenólicos totais, carotenoides e tocoferóis apenas o tocoferol foi detectado nas amostras.

Entre os compostos analisados o tocoferol foi detectado e quantificado em todas as amostras sendo que os acessos de coqueiro-anão, AVC e AAM, não são diferentes estatisticamente, mas diferem do AVG, e este apresentou menor valor para tocoferol. Não houve diferença significativa entre os gigantes e entre eles verificou-se média de 53,02 (Tabelas 3 e 4).

Em muitos estudos sobre o potencial de produção de óleo em coco, geralmente são mostrados somente valores para teor de óleo, sem levar em conta a média de frutos produzidos e número de plantas por hectare, impossibilitando estimar o potencial de produção de cada acesso estudado (CARDOSO E PASSOS, 2015). Esse processo conduz a uma informação que muitos acessos de gigantes são considerados superiores aos anões. Porém, para se estimar os rendimentos seja para se estimar a quantidade de óleo por fruto ou para estimar a produção de óleo por hectare se considerou 205 plantas por hectare para os anões e 142 para os gigantes. Os acessos de anões avaliados não diferiram entre si, e a média de produção estimada foi de 1090,62kg/ha (Tabela 3).

Entre os acessos de coqueiro-gigante também não houve diferença para produção de óleo por hectare, mas para quantidade de óleo por fruto, onde o GRL apresentou maior valor e diferiu entre os avaliados. O acesso GRL, GRT e GVT, diferiram entre si, sendo que GVT, entre estes apresentou menor valor de óleo no fruto (Tabela 4).

Seguindo o processo adotado por Cardoso e Passo (2015), a produção estimada de produção de óleo por hectare para o acesso AVeBrJ foi de 4.346 kg de óleo/ha, enquanto para esse acesso nas condições do ICG-LAC foi encontrado o valor de 1238 kg de óleo/ha (Tabela 3), assim como para o acesso GBrPF onde foi encontrado valor de 1659 kg de óleo/ha, enquanto no Banco de germoplasma foi de 619,64 kg de óleo/ha (Tabela 4). É importante destacar que em condições de cultivo comercial, principalmente para os coqueiros-anões as condições ambientais de cultivo são muito favorecidas, principalmente com o suprimento de irrigação quando necessário. Isso significa que os valores de rendimento poderão ser diferentes

dependendo do ambiente e dos acessos utilizados para produção. Porém, o que é mais importante é se mostrar que o acesso de coqueiro-anão mostrou um grande potencial de produção de óleo frente aos coqueiros-gigantes.

A avaliação química realizada indicou variabilidade entre os acessos de anões e gigantes, e mostrou que alguns acessos de anões principalmente o AVeBrJ apresenta características semelhantes às aquelas encontradas nos acessos de gigantes as quais são necessárias para produção de óleo. Esses resultados mostraram que os acessos de coqueiro-anão têm um potencial de exploração adicional para produção de óleo, além da produção para água de coco.

CONCLUSÕES

Alguns acessos de coqueiros-anões apresentam bom teor de óleo próximos dos valores obtidos pelos coqueiros-gigantes, indicando que os melhores acessos podem ser explorados tanto para água de coco como para a produção de óleo. Para as demais características químicas do óleo os anões também apresentaram variação, indicando, assim, que é um germoplasma promissor para os trabalhos de melhoramento do coqueiro.

REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

ARAGÃO, W.M. **Coco: pós-colheita**. Brasília: Embrapa Informação Tecnológica: Aracaju: Embrapa Tabuleiros Costeiros,76p. (Frutas dos Brasil, 29), 2002.

AKINNUGA, A. M.; JEJE, S.O; BAMIDELE, O.; AMAKU, E.E.; OTOGO, F.O.; SUNDAY, V. E. Virgin Coconut Oil: Remedial Effects on Renal Dysfunction in Diabetic Rats. **Physiology Journal**, London, v. 2014, p.1-5, 2014.

BRASIL. RDC nº84 de 15 de setembro de 2000. Dispõe sobre o Regulamento Técnico para Fixação de Identidade e Qualidade de Leite de Coco. Órgão Emissor: ANVISA – Agência Nacional de Vigilância Sanitária. Disponível em: http://www.anvisa.gov.br/anvisa/legis/resol/2000/83_00rdc.htm> Acesso em: 15 de janeiro de 2017.

BANZON, J.A.; VELASCO J.R. **Coconut Production and Utilization**. PCRDF Manila. 1982.

BRAND-WILLIAMS, Wendy; CUVÉLIER, Marie-Elisabeth; BERSET, C. L. W. T. Use of a free radical method to evaluate antioxidant activity. **LWT-Food Science and Technology**, Zurique, v. 28, n. 1, p. 25-30, 1995.

CANDELARIA, Luz V. et al. The effect of vitamin A-fortified coconut cooking oil on the serum retinol concentration of Filipino children 4-7 years old. **Asian Pacific Journal of Clinical Nutrition**, Pequim, v. 14, n. 1, p. 43, 2005.

CARDOSO, B.T.; PASSOS, E.E.M. **Potencial de Produção de Óleo em Diferentes Cultivares de Coqueiro**. Aracaju: Embrapa Tabuleiros Costeiros, 2015 (Embrapa Tabuleiros Costeiros. Comunicado Técnico, 161).

CRUZ, C.D. GENES - A Software Package for Analysis in Experimental Statistics and Quantitative Genetics. **Acta Scientiarum**, Maringá, v.35, n.3, p.271-276, 2013.

ESPÍN, Juan Carlos; SOLER-RIVAS, Cristina; WICHERS, Harry J. Characterization of the total free radical scavenger capacity of vegetable oils and oil fractions using 2, 2-diphenyl-1-picrylhydrazyl radical. **Journal of Agricultural and Food Chemistry**, Munique, v. 48, n. 3, p. 648-656, 2000.

FAOSTAT, **Culturas ano 2014**. Disponível em: <http://faostat.fao.org/site /567 /default .aspx#ancor>. Acesso em 23/09/2014.

FERANIL, Alan B. et al. Coconut oil predicts a beneficial lipid profile in premenopausal women in the Philippines. **Asia Pacific Journal of Clinical Nutrition**, Pequim, v. 20, n. 2, p. 190, 2011.

FUKUDA, H.; KOND, A.; NODA, H. Biodiesel Fuel Production by Transesterification of Oils. **Journal of Bioscience and Bioengineef**, Hiroshima, v. 92, n.5, p. 405-416, 2001.

GRIMWOOD, B.E., 1975. **Coconut Palm Products**. FAO, Rome.

GRANADO-LORENCIO, F.; OLMEDILLA-ALONSO, B.; HERRERO-BARBUDO, C.; BLANCO-NAVARRO, I.; PÉREZ-SACRISTAN, B.; BLÁZQUEZ-GARCÍA, S. In Vitro bioaccessibility of carotenoids and tocopherols from fruits and vegetable. **Food Chemistry**, Norwich, v. 102, p.641-648, 2007.

GUTFINGER, T. Polyphenols in olive oils. **Journal of the American Oil Chemists Society**, Peoria, v. 58, n. 11, p. 966-968, 1981.

INSTITUTO ADOLFO LUTZ. Normas Analíticas do Instituto Adolfo Lutz. v. 1: **Métodos químicos e físicos para análise de alimentos**, 3. ed. São Paulo: IMESP, 1985, 266p.

JAYADAS, N. H.; NAIR, K. Prabhakaran. Coconut oil as base oil for industrial lubricants—evaluation and modification of thermal, oxidative and low temperature properties. **Tribology international**, Londres, v. 39, n. 9, p. 873-878, 2006.

KUMAR, S.N.; BALAKRISHNA, A. Seasonal variations in fatty acid composition of oil in developing coconut. **Journal of Food Quality**, Cairo, v.32, p.158–176, 2009.

KUMAR, N. S. Variability in Coconut (*Cocos nucifera* L.) Germplasm and Hybrids for Fatty Acid Profile of Oil. **Journal Agriculture Food Chemistry**, Munique, v.59, p.13050–13058, 2011.

MA, F.; HANNA, M.A. Biodiesel production: a review. **Bioresource Technology**, Nova York, v.70, p.1-15, 1999.

MARINA, A. M. et al. Chemical properties of virgin coconut oil. **Journal of the American Oil Chemists' Society**, Boulder, v. 86, n. 4, p. 301-307, 2009.

MARINA, A.M.; CHE MAN, Y.B; NAZIMAH, S.A.H. Antioxidant capacity and phenolic acids of virgin coconut oil. **International Journal of Food Sciences and Nutrition**, Parma, v.60, p. 114-123, 2009a.

MISHRA, Krishnanand; OJHA, Himanshu; CHAUDHURY, Nabo Kumar. Estimation of antiradical properties of antioxidants using DPPH assay: A critical review and results. **Food Chemistry**, Norwich, v. 130, n. 4, p. 1036-1043, 2012.

MORORÓ, R.C; FERREIRA, D.G.S. **Industrialização do coco**. Viçosa, CPT, 2011.

NAKPONG, Piyanuch; WOOTHIKANOKKHAN, Sasiwimol. High free fatty acid coconut oil as a potential feedstock for biodiesel production in Thailand. **Renewable Energy**, Chipre, v. 35, n. 8, p. 1682-1687, 2010.

NEVIN, K. G.; RAJAMOHAN, T. Beneficial effects of virgin coconut oil on lipid parameters and in vitro LDL oxidation. **Clinical biochemistry**, Ontario, v. 37, n. 9, p. 830-835, 2004.

PACHECO, S. **Melhoria e implantação de metodologias de análise de alimentos por cromatografia líquida de alta eficiência**. 2014. 147p. Tese (Doutorado em Ciência e Tecnologia de Alimentos) – Universidade Federal Rural do Rio de Janeiro, Soropédica, 2014.

PASSOS, E.E.M., CARDOSO, B.T. **Avaliação da produção de óleo em três cultivares de coqueiro-anão**. Aracaju: Embrapa Tabuleiros Costeiros, 2011(Embrapa Tabuleiros Costeiros. Comunicado Técnico, 114).

RODRIGUEZ-AMAYA, Delia B. et al. **A guide to carotenoid analysis in foods**. Washington, DC: ILSI press, 2001, 60p.

SENEVIRATNE, Kapila N.; HAPUARACHCHI, Chamil D.; EKANAYAKE, Sagarika. Comparison of the phenolic-dependent antioxidant properties of coconut oil extracted under cold and hot conditions. **Food Chemistry**, Norwich, v. 114, n. 4, p. 1444-1449, 2009.

TAVARES, M.; CAMPOS, N.C.; NAGATO, L.A.; LAMARCO, L.C.A.; INOMATA, E.J.; CARVALHO, M.F.A.; ARAGÃO, W.M. Estudo da composição química em água de coco-anão verde em diferentes estágios de maturação. In: CONGRESSO BRASILEIRO DE CIÊNCIAS E TECNOLOGIA DE ALIMENTOS, 1998, Rio de Janeiro, *Anais...*Rio de Janeiro: Sociedade Brasileira de Ciências e Tecnologia de Alimentos, 1998.

TRUJILLO-QUIJANO, J.A. **Aproveitamento integral do óleo de palma (*Elacis guineensis*, Jacq.)**. Tese (Doutorado em Tecnologia de Alimentos). Universidade Estadual de Campinas, Campinas, 1994.

WUIDART, W., ROGNON, F. L'analyse des composantes de la noix du cocotier. Méthode de détermination du cophar. **Oléagineux**, Marselha, v. 33, n. 8, p. 225-233, 1978.

WONG, M. L.; TIMMS, R. E.; GOH, E. M. Colorimetric determination of total tocopherols in palm oil, olein and stearin. **Journal of the American Oil Chemists Society**, Boulder, v. 65, n. 2, p. 258-261, 1988.

CONSIDERAÇÕES FINAIS

Este trabalho permitiu um diagnóstico sobre a diversidade genética dos acessos de coqueiros anões e gigantes conservados no ICG-LAC e foi possível indicar acessos mais divergentes e que possuem características de interesse comercial. A avaliação química permitiu identificar que alguns acessos de coqueiro-anão têm potencial para a produção de óleo, notadamente com produção de óleo por hectare frente aos coqueiros gigantes, indicando que esse germoplasma poderá ser usado para fins industriais ao lado da exploração da água-de-coco e isso vem agregar grande valor à cadeia produtiva da cultura do coco. No que tange às características químicas presentes no óleo virgem avaliado o germoplasma de coqueiro-anão também é muito promissor. Como foi encontrada uma variação entre os anos avaliados para os acessos de coqueiro-anão (dados não mostrados), pois foram registrados muitos dados de frutos secos que poderão ser analisados para se ter mais informação sobre o desempenho dos acessos de coqueiros anões. Deve-se dar continuidade no acompanhamento e estudo dos descritores, principalmente os de interesse comercial, e para complemento das informações sobre a divergência entre os acessos conservados, devem ser iniciados trabalhos na área de biologia molecular, com o uso de marcadores para complementação de informações dos acessos conservados no ICG-LAC. Os dados obtidos também permitirão se fazer análises mais completas ajudando a se identificar plantas que sejam mais produtivas e que possam ser usadas em programas de melhoramento futuro, especialmente considerando todos os atributos de plantas e de frutos, seja para produção de água-de-coco seja de produção industrial.