

**UNIVERSIDADE FEDERAL DA PARAÍBA
CENTRO DE TECNOLOGIA
PROGRAMA DE PÓS-GRADUAÇÃO EM CIÊNCIA E
TECNOLOGIA DE ALIMENTOS**

KATIA ELIZABETH DE SOUZA MIRANDA

**QUALIDADE E ATIVIDADE ANTIOXIDANTE DE FRUTO E
SEU ÓLEO DE GENÓTIPOS DO LICURIZEIRO**
(Syagrus coronata)

**JOÃO PESSOA – PB
2011**

KATIA ELIZABETH DE SOUZA MIRANDA

**QUALIDADE E ATIVIDADE ANTIOXIDANTE DE FRUTO E
SEU ÓLEO DE GENÓTIPOS DO LICURIZEIRO**
(Syagrus coronata)

JOÃO PESSOA – PB
2011

KATIA ELIZABETH DE SOUZA MIRANDA

**QUALIDADE E ATIVIDADE ANTIOXIDANTE DE FRUTO E
SEU ÓLEO DE GENÓTIPOS DO LICURIZEIRO**

(Syagrus coronata)

Tese apresentada ao Programa de Pós-Graduação em Ciência e Tecnologia de Alimentos, Centro de Tecnologia, Universidade Federal da Paraíba, em cumprimento aos requisitos para obtenção do título de Doutor em Ciência e Tecnologia de Alimentos.

Orientador: Prof^a Silvanda de Melo Silva, Ph.D.

**JOÃO PESSOA- PB
2011**

M672q Miranda, Kátia Elizabeth de Souza

Qualidade e atividade antioxidante de fruto e seu óleo de genótipos do licurizeiro (*Syagrus coronata*) / Kátia Elizabeth de Souza Miranda – João Pessoa, 2011.

142f. il.:

Orientadora: Prof^a. Silvanda de Melo Silva, Ph. D.

Tese (Doutorado em Ciência e Tecnologia de Alimentos) Programa de Pós-Graduação em Ciência e Tecnologia de Alimentos – PPGCTA / Centro de Tecnologia - CT / Universidade Federal da Paraíba – UFPB.

1. Arecaceae 2. Polpa 3. Amêndoa 4. Compostos bioativos 5. Resíduo 6. Estabilidade térmica I. Título.

UFPB/BC

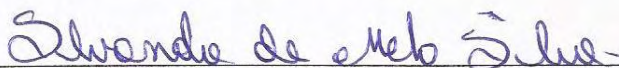
CDU 664(043)

KATIA ELIZABETH DE SOUZA MIRANDA

QUALIDADE E ATIVIDADE ANTIOXIDANTE DE FRUTO E SEU ÓLEO DE
GENÓTIPOS DO LICURIZEIRO (*Syagrus coronata*)

Tese de Doutorado aprovada em 28/09/2011

BANCA EXAMINADORA



Prof^a. Silvana de Melo Silva, Ph. D.

Orientadora

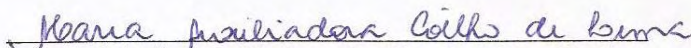
DCFS/CCA/UFPB



Pesq. Edy Souza de Brito, D. Sc.

Examinador externo

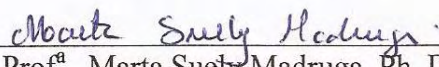
Embrapa Agroindústria Tropical



Pesq. Maria Auxiliadora Coêlho de Lima, D. Sc.

Examinador externo

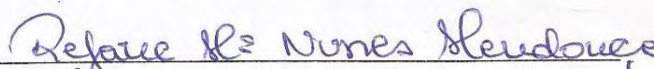
Embrapa Semiárido



Prof^a. Marta Suely Madruga, Ph. D.

Examinador interno

PPGCTA/CT/UFPB



Prof^a. Rejane Maria Nunes Mendonça, D. Sc.

Examinador externo

DFCA/CCA/UFPB

JOÃO PESSOA- PB

2011

*À Deus, por estar presente na minha existência.
Aos meus pais Olinto (in memoriam) e Hilda pelo amor e dedicação sem limites.
À meu marido, Manuel, pelo carinho e companheirismo.
Aos meus filhos Diego e Manuela, meus tesouros.
Aos meus irmãos Ana e Olinto pelos eternos laços fraternos.
À minha avó Teté (in memoriam), por ser um exemplo de vida.
À Tia Dise, por seu carinho e apoio incondicional.
À Tia Mércia, por sua amizade e força.
Às minhas sobrinhas, por estarem sempre ao meu lado.
À minha prima Karina, pela presença na minha vida.*

Dedico.

AGRADECIMENTOS

À Professora Dra. Silvanda de Melo Silva, pela dedicação, apoio, paciência e sobretudo pelos ensinamentos científicos e humanos transmitidos.

Ao Doutor Mauro Luiz Aldrigue, por estar disponível todas as vezes que precisei.

À Capes por disponibilizar uma bolsa de doutorado, auxiliando na viabilização deste curso.

À equipe de Buíque-PE que se prontificou a auxiliar na coleta dos frutos para realização deste trabalho.

À Universidade Federal da Paraíba e aos professores do Programa de Pós-Graduação em Ciência e Tecnologia de Alimentos, que me ensinaram os caminhos da pesquisa científica.

À Dra. Marta Suely Madruga, à Dra. Rejane Maria Nunes Mendonça, à Dra. Maria Auxiliadora Coêlho de Lima e ao Dr. Edy Souza de Brito, pela efetiva contribuição à este trabalho.

À amiga e companheira Rosana, com a qual sempre pude contar.

À minha amiga e eterna colaboradora, Josilene, pelo inestimável auxílio na parte experimental e escrita.

Ao amigo Robson, que tanto me auxiliou neste trabalho, contribuindo com seus ensinamentos e colaborando com a análise estatística.

À Vanessa, pelas horas que dedicou a esta pesquisa, sempre com boa vontade.

Aos colegas e colaboradores Fabiano, Tarcila, Ana, Renato, George, Antônia, Ana Paula, Jandira e Aline do Laboratório de Biologia e Fisiologia Pós-Colheita, pela amizade e disposição para ajudar sempre.

Aos companheiros de curso Ana Paula, Wilma, Tatiana, Cristine, Gabriele, Adriana, Juan, João Paulo e em especial às amigas de todas as horas, Rita, Ruth e Fátima.

Um agradecimento especial ao técnico Gilvandro e à aluna Narciza, que me auxiliaram na concretização deste trabalho

Ao LACOM, que permitiu a utilização dos seus equipamentos e disponibilizou parte dos horários dos técnicos deste laboratório para esta pesquisa.

À UNEB e ao IFBA, Salvador-BA, que me liberaram do trabalho nestas instituições para poder me dedicar ao doutorado. Enfim, a todos que direta ou indiretamente concorreram para realização deste trabalho, expresso os meus sinceros agradecimentos.

RESUMO

O licurizeiro (*Syagrus coronata*) é uma palmeira nativa da família *Arecaceae* de ocorrência espontânea no Semiárido, que vegeta do Estado de Pernambuco até Minas Gerais. Esta palmeira apresenta elevada importância socioeconômica por se caracterizar como um vegetal totalmente aproveitável, cujas folhas são utilizadas em artesanato e produtos utilitários e o fruto, o licuri, é consumido fresco, sendo também amplamente utilizado na culinária pela população. O objetivo deste trabalho foi avaliar a qualidade de frutos do licurizeiro (fruto inteiro, polpa e amêndoa) durante a maturação. Foram avaliados os frutos inteiros, a polpa e amêndoa de cachos colhidos, de acordo com a coloração dos frutos, de genótipos em propriedades rurais no município de Buíque, Estado de Pernambuco. A coloração do fruto evoluiu de verde-amarelada no início da maturação à amarelo-alaranjado na maturidade. Os frutos inteiros e amêndoas foram avaliados quanto à massa fresca, comprimento e diâmetro. Os resultados obtidos indicam que a coloração é um bom referencial para determinação da maturação do licuri. No fruto inteiro, polpa e amêndoa foram avaliados sólidos solúveis, acidez titulável, relação SS/AT, pH, umidade, cinzas, proteínas, lipídeos, açúcares solúveis totais, açúcares redutores, amido e fibras. A polpa do licuri demonstrou ser fonte expressiva de açúcares solúveis e fibras. As amêndoas caracterizaram-se como fonte de lipídeos, proteínas e fibras. Foram avaliados compostos bioativos no fruto inteiro, polpa e amêndoa. No fruto inteiro foi avaliado ácido ascórbico, e na polpa e amêndoa, ferro, potássio, sódio, zinco e ácido ascórbico. Foram determinados polifenóis extraíveis totais e atividade antioxidante total na polpa e amêndoa desengordurada (resíduo) do fruto de licuri. O experimento foi realizado em delineamento inteiramente casualizado, sendo aplicada análise de variância, e as médias comparadas pelo teste de Scott-Knott a 5% de probabilidade, sendo também realizada Análise de Componente Principais. Em relação aos teores de ácido ascórbico, o maior valor médio encontrado foi para a polpa do licuri no estágio de coloração predominante verde claro com as extremidades marrons (VC). Para os minerais o maior teor médio determinado foi do potássio, para polpa e amêndoa. Os valores de polifenóis extraíveis totais confirmaram os teores de atividade antioxidante, apresentando valores mais elevados na amêndoa desengordurada (resíduo) do que na polpa. Foi avaliado a qualidade do óleo da amêndoa do licuri, quanto às características físico-químicas, perfil de ácidos graxos, capacidade antioxidante e estabilidade térmica. Foram determinados umidade, cinzas, índice de acidez, índice de saponificação, índice de peróxido, índice de refração, índice de iodo, viscosidade cinemática, densidade, ponto de névoa, ponto de fluidez, capacidade antioxidante e estabilidade térmica no óleo, nos estádios de maturação predominante amarelo claro com as extremidades marrons (AC) e predominante laranja com traços amarelos e extremidades marrons (LA). O óleo do licuri apresentou as características físico-químicas adequadas para óleos brutos e em relação ao perfil de ácidos graxos, revelou teor de ácido oléico de 10,96% no estágio de maturação LA. O óleo do licuri apresentou elevada capacidade antioxidante e boa estabilidade térmica com início da degradação em temperaturas acima de 210,03 °C.

Palavras-chave: Arecaceae. Polpa. Amêndoa. Compostos bioativos. Resíduo. Estabilidade térmica

ABSTRACT

The licuri tree (*Syagrus coronata*) is a native palm tree from the *Arecaceae* family of spontaneous occurrence in Semiarid, Northeast Brazil, which vegetates from Pernambuco to Minas Gerais States. This palm tree has a high socioeconomic importance because it is characterized as a fully usable plant whose leaves are used in crafts and utilitarian products and the fruit, the licuri, is eaten fresh and is also widely used in cooking by the population. The objective of this study was to evaluate the quality of licurizeiro fruit (whole fruit, pulp, and nut) during maturation. It was evaluated the whole fruit, pulp, and nut of harvested clusters, according to the coloration of fruits, from naturally occurring genotypes in farms from the municipality of Buíque, Pernambuco State. Fruit coloration evolved from yellow-green in the early maturation to yellow-orange at full maturity. Whole fruits and nuts were evaluated for fresh weight, length and diameter. The results indicate that the coloration is a good reference for determining the maturity of licuri. For the whole fruit, nut it was evaluated soluble solids, titratable acidity, SS/TA, pH, moisture, ash, proteins, lipids, soluble sugars, reducing sugars, starch, and fiber. The pulp of licuri proved to be a significant source of soluble sugars and fibers. Nuts are characterized as a source of lipids, proteins and fiber. Bioactive compounds were evaluated in whole fruit, pulp, and nut. For the whole fruit, it was evaluated ascorbic acid; for the pulp and nut, iron, potassium, sodium, zinc, and ascorbic acid. It was determined total extractable polyphenols and total antioxidant activity for the pulp and defatted nut (residue) of the licuri. The experiment was carried on in a completely randomized design, and applied analysis of variance and means were compared by Scott-Knott test at 5% probability, and also performed Principal Component Analysis. Regarding the levels of ascorbic acid, the highest mean value was found for the pulp at the maturity stage predominant light green with brown edges coloration (VC). For the minerals, the mean content of potassium was the highest in the pulp and nut. The values of total extractable polyphenols confirmed the levels of antioxidant activity, with higher values in defatted almond (residue) than in the pulp. It was assessed the quality of oil licuri nut, as for the physico-chemical profile of fatty acids, antioxidant capacity, and thermal stability. It was also determined moisture, ash, acid value, saponification index, peroxide index, refractive index, iodine index, kinematic viscosity, density, cloud point, pour point, thermal stability, and antioxidant activity in the oil, from fruit harvested in the maturity stages predominantly yellow with brown edges (AC) and orange yellowish with brown edges (LA). The licuri oil presented the physico-chemical characteristics suitable for crude oils and as related to fatty acids profile, a mean content of 10.96% of oleic acid was found for the maturity stage LA. The licuri oil showed high antioxidant activity and good thermal stability, whose onset of degradation was observed at temperatures above 210.03 °C.

Key words: Arecaceae. Pulp. Nut. Bioactive compounds. Residue. Thermal stability.

LISTA DE FIGURAS

CAPÍTULO 1

Figura 1- Localização do município de Buíque no Estado de Pernambuco.....	20
Figura 2 - Inflorescência da palmeira do licurizeiro (<i>Syagrus coronata</i>)	21
Figura 3- Cacho com frutos do licurizeiro maduros (<i>Syagrus coronata</i>)	22
Figura 4 - Ciclo da biossíntese de AG	34
Figura 5 - Biossíntese de ácido oléico a partir de ácido palmítico	34
Figura 6 - Biossíntese de ácido araquidônico a partir de ácido linoleico.....	35
Figura 7 - Formação dos triacilgliceróis nos vegetais	36

CAPÍTULO 2 - EVOLUÇÃO DA QUALIDADE DE FRUTOS DE GENÓTIPOS DE LICURIZEIRO (*Syagrus coronata*) DURANTE A MATURAÇÃO

Figura 1 - Evolução do desenvolvimento da maturação de frutos de licurizeiro (<i>Syagrus coronata</i>) colhidos em sete estádios de maturação.....	65
Figura 2 - Seção transversal do fruto do licurizeiro, identificando a sua anatomia e porções, conforme consumido pela população e sequência de avaliação neste trabalho	65
Figura 3 - Curvas de Regressão, equações cúbicas, probabilidades de erro (p) e Limites de Intervalo de Confiança (95 %) para a evolução do (A) comprimento, (B) massa e (C) diâmetro, dentre os estádios de maturação dos frutos. (n=120)	66
Figura 4 - Análises de componente principais para 45 genótipos de licurizeiros avaliados em sete estádios de maturação nas variáveis comprimento, diâmetro e massa fresca	67

CAPÍTULO 3 – QUALIDADE DE AMÊNDOAS DE FRUTOS COLHIDOS NA MATURIDADE DE GENÓTIPOS DO LICURIZEIRO (*Syagrus coronata*)

Figura 1 - Seção transversal do fruto do licurizeiro, identificando as porções	77
Figura 2 - Frutos de licuri nos estádios de maturação Pigmentação predominante amarelo claro com extremidades marrons (AC) e Pigmentação predominante laranja com traços amarelos e extremidades marrons (LA).....	78
Figura 3 - Análise Multivariada de Componentes Principais Categorizada dentre os estádios de maturidade e características físico-químicas dos frutos de licurizeiros colhidos de quinze genótipos Pigmentação predominante amarelo claro com extremidades marrons e quinze genótipos Pigmentação predominante laranja com traços amarelos e extremidades marrons.....	90

CAPÍTULO 4 - MINERAIS, COMPOSTOS BIOATIVOS E ATIVIDADE ANTIOXIDANTE DE FRUTOS DE GENÓTIPOS DE LICURIZEIRO (*Syagrus coronata*)

Figura 1 - Análise de componentes principais, relativa ao conteúdo de ácido ascórbico (Vit. C), atividade antioxidante (AAT) e polifenóis extraíveis totais (FTE) em polpas de licuri colhido de cachos de 15 genótipos de licurizeiros..... 110

CAPÍTULO 5 - QUALIDADE, PERFIL DE ÁCIDOS GRAXOS, ATIVIDADE ANTIOXIDANTE DO ÓLEO DE AMÊNDOAS DO FRUTO DO LICURIZEIRO (*Syagrus coronata*)

Figura 1 - Curvas TG do óleo do licuri em atmosfera oxidante (ar sintético), até 500 °C.... 137

LISTA DE TABELAS

CAPÍTULO 1

Tabela 1 - Composição percentual de fibras de vegetais (%)	29
Tabela 2 - Conteúdo de proteínas em frutos de palmeiras	29

CAPÍTULO 2 - EVOLUÇÃO DA QUALIDADE DE FRUTOS DE GENÓTIPOS DE LICURIZEIRO (*Syagrus coronata*) DURANTE A MATURAÇÃO

Tabela 1 - Classificação dos estádios de maturação de frutos do licuri, de acordo com aspectos físicos e Tabela de Munsell para tecidos vegetais	60
Tabela 2 - Sólidos solúveis (SS), acidez titulável (AT), relação SS/AT e pH do licuri inteiro (LI) colhido nos estádios amarelo palha (AP), amarelo brilhante (AB) início da pigmentação marrom (PM), e da polpa (P) do verde claro (VC) e verde escuro (VE).....	61
Tabela 3 - Sólidos solúveis (SS), acidez titulável (AT), relação SS/AT e pH da polpa de licuri nos estádios amarelo claro (AC) e laranja com traços amarelos (LA)	62
Tabela 4 - Composição do fruto do licurizeiro inteiro (LI), colhido nos estádios amarelo palha (AP); amarelo brilhante (AB); pigmentação marrom (PM), e da polpa no verde claro (VC) e verde escuro (VE).....	63
Tabela 5 - Composição da polpa de frutos do licurizeiro nos estádios de maturação amarelo claro (AC); laranja com traços amarelos (LA), com extremidades marrons	64

CAPÍTULO 3 – QUALIDADE DE AMÊNDOAS DE FRUTOS COLHIDOS NA MATURIDADE DE GENÓTIPOS DO LICURIZEIRO (*Syagrus coronata*)

Tabela 1 - Classificação dos estádios de maturação do licuri, de acordo com aspectos físicos e Tabela de Munsell para tecidos vegetais.....	78
Tabela 2 - Massa fresca, comprimento e diâmetro dos endocarpos de frutos do licurizeiro (<i>Syagrus coronata</i>) colhidos no estágio de maturação predominante amarelo claro com extremidades marrons (AC).....	79
Tabela 3 - Massa fresca, comprimento e diâmetro dos endocarpos de frutos do licurizeiro (<i>Syagrus coronata</i>) colhidos no estágio de maturação predominante laranja com traços amarelo e extremidades marrons (LA)	81
Tabela 4 - Características físicas de endocarpos de frutos do licurizeiro (<i>Syagrus coronata</i>) colhidos nos estádios de maturação predominante amarelo claro com extremidades marrons (AC) e predominante laranja com traços amarelo e extremidades marrons (LA)	83
Tabela 5 - Sólidos solúveis (SS), acidez titulável (AT), relação SS/AT e pH de amêndoa de frutos do licurizeiro (<i>Syagrus coronata</i>) colhidos no estágio de maturação predominante amarelo claro com extremidades marrons (AC).....	83

Tabela 6 - Sólidos solúveis (SS), acidez titulável (AT), relação SS/AT e pH de amêndoa de frutos do licurizeiro (<i>Syagrus coronata</i>) colhidos no estágio de maturação Pigmentação predominante laranja com traços amarelos e extremidades marrons (LA)	84
Tabela 7 - Características físico-químicas da amêndoa de frutos do licurizeiro (<i>Syagrus coronata</i>) colhidos nos estádios de maturação Pigmentação predominante amarelo claro com extremidades marrons (AC) e Pigmentação predominante laranja com traços amarelo e extremidades marrons (LA)	85
Tabela 8 - Avaliações físico-químicas da amêndoa de frutos do licurizeiro (<i>Syagrus coronata</i>) colhidos no estágio de maturação predominante amarelo claro com extremidades marrons (AC).....	86
Tabela 9 - Avaliações físico-químicas das amêndoas de frutos do licurizeiro (<i>Syagrus coronata</i>) colhidos no estágio de maturação Pigmentação predominante laranja com traços amarelo e extremidades marrons (LA).....	88
Tabela 10 - Avaliações físico-químicas da amêndoa de frutos do licurizeiro (<i>Syagrus coronata</i>) colhidos nos estádios de maturação Pigmentação predominante amarelo claro com extremidades marrons (AC) e Pigmentação predominante laranja com traços amarelo e extremidades marrons (LA)	88

CAPÍTULO 4 - MINERAIS, COMPOSTOS BIOATIVOS E ATIVIDADE ANTIOXIDANTE DE FRUTOS DE GENÓTIPOS DE LICURIZEIRO (*Syagrus coronata*)

Tabela, 1 - Caracterização dos estádios de maturação de frutos do licuri, de acordo com aspectos físicos e coloração tomando como base na carta de cores de Munsell para tecidos vegetais.....	101
Tabela 2 - Minerais na polpa do licuri nos estádios Pigmentação predominante amarelo claro com extremidades marrons (AC); estágio Pigmentação predominante laranja com traços amarelos e extremidades marrons (LA).....	103
Tabela 3 - Minerais na amêndoa do licuri colhido nos estádios Pigmentação predominante amarelo claro com extremidades marrons (AC); Pigmentação predominante laranja com traços amarelos e extremidades marrons (LA).....	104
Tabela 4 - Teor de ácido ascórbico do licuri inteiro, colhido nos estádios Amarelo palha (AP); Amarelo brilhante (AB); estágio Início da pigmentação marrom (PM)	105
Tabela 5 - Ácido ascórbico da polpa do licuri, estádios predominante verde claro com extremidades marrons (VC) e predominante verde escuro com extremidades marrons (VE).....	105
Tabela 6 - Ácido ascórbico na polpa do licuri, colhido nos estádios Pigmentação predominante amarelo claro com extremidades marrons(AC) e Pigmentação predominante laranja com traços amarelos e extremidades marrons (LA).....	106
Tabela 7 - Teor de ácido ascórbico na amêndoa do licuri colhido nos estádios de maturação, Pigmentação predominante amarelo claro com extremidades marrons (AC) e estágio Pigmentação predominante laranja com traços amarelos e extremidades marrons (LA).....	107
Tabela 8 - Polifenóis extraíveis totais das polpas e amêndoas desengorduradas (resíduos) do licuri colhido nos estádios Pigmentação predominante amarelo claro com	

	extremidades marrons (AC); estágio Pigmentação predominante laranja com traços amarelos e extremidades marrons (LA).....	108
Tabela 9 -	Atividade antioxidante da polpa e da amêndoa desengordurada (resíduo) do licuri colhido nos estádios Pigmentação predominante amarelo claro com extremidades marrons (AC); estágio Pigmentação predominante laranja com traços amarelos e extremidades marrons (LA)	109

CAPÍTULO 5 - QUALIDADE, PERFIL DE ÁCIDOS GRAXOS, ATIVIDADE ANTIOXIDANTE DO ÓLEO DE AMÊNDOAS DO FRUTO DO LICURIZEIRO (*Syagrus coronata*)

Tabela 1 -	Identificação dos genótipos do licurizeiro de ocorrência espontânea do município de Buíque- PE.....	119
Tabela 2 -	Qualidade do óleo da amêndoa do licurizeiro (<i>Syagrus coronata</i>) colhidos no estágio de maturação predominante amarelo claro com extremidades marrons (AC)	124
Tabela 3 -	Qualidade de óleo da amêndoa de frutos do licurizeiro (<i>Syagrus coronata</i>) colhidos no estágio de maturação predominante laranja com traços amarelo e extremidades marrons (LA).....	126
Tabela 4 -	Perfil em ácidos graxos (%) do óleo da amêndoa de licuri colhido no estágio de maturação Pigmentação predominante amarelo claro com extremidades marrons - AC	128
Tabela 5 -	Perfil em ácidos graxos (%) do óleo da amêndoa de licuri colhido no estágio de maturação com Pigmentação laranja com traços amarelos e extremidades marrons (LA)	130
Tabela 6 -	Capacidade antioxidante do óleo da amêndoa de frutos do licurizeiro (<i>Syagrus coronata</i>) colhidos no estágio de maturação Pigmentação predominante amarelo claro com extremidades marrons (AC), resultados expressos em EC ₅₀ (góleo.g ⁻¹ DPPH).....	133
Tabela 7 -	Atividade antioxidante do óleo de amêndoa de frutos do licurizeiro (<i>Syagrus coronata</i>) colhidos no estágio de maturação Pigmentação predominante laranja com traços amarelo e extremidades marrons (LA), resultados expressos em EC ₅₀ (góleo.g ⁻¹ DPPH)	134
Tabela 8 -	Dados termogravimétricos do óleo da amêndoa dos genótipos nos estádios de maturação Pigmentação predominante amarelo claro com extremidades marrons e Pigmentação predominante laranja com traços amarelos e extremidades marrons em atmosfera oxidante (ar sintético) até 500 °C.....	136

SUMÁRIO

CAPÍTULO 1 QUALIDADE E ATIVIDADE ANTIOXIDANTE DE FRUTO E SEU ÓLEO DE GENÓTIPOS DO LICURIZEIRO (<i>Syagrus coronata</i>)	15
1 INTRODUÇÃO GERAL.....	16
1.1 OBJETIVOS.....	17
1.1.1 Geral.....	17
1.1.2 Específicos.....	17
2 REVISÃO DE LITERATURA	18
2.1 PALMEIRAS NATIVAS DO BRASIL.....	18
2.2 FRUTOS DE PALMEIRAS	19
2.3 CARACTERIZAÇÃO DA ÁREA DE ESTUDO: O MUNICÍPIO DE BUÍQUE-PE	20
2.4 LICURIZEIRO (<i>Syagrus coronata</i>)	20
2.5 IMPORTÂNCIA E EXPLORAÇÃO ECONÔMICA DO LICURIZEIRO	23
2.6 DESENVOLVIMENTO E MATURAÇÃO DE FRUTOS.....	24
2.7 ATRIBUTOS DE QUALIDADE DE FRUTOS.....	25
2.8 LIPÍDEOS.....	30
2.9 BIOSÍNTESE DE ÁCIDOS GRAXOS.....	32
2.10 ÁCIDOS GRAXOS DE ÓLEOS DE AMÊNDOAS DE PALMEIRAS NATIVAS..	37
2.10.1 Coqueiro catolé (<i>Syagrus cearensis</i>).....	37
2.10.2 Macaíba (<i>Acronomia intumescens</i>).....	37
2.10.3 Pupunha (<i>Bactris gasipaes</i>).....	38
2.10.4 Tucumã (<i>Astrocaryum vulgare</i>).....	38
2.11 COMPOSTOS BIOATIVOS, ALIMENTOS FUNCIONAIS e ATIVIDADE ANTIOXIDANTE	39
2.11.1 Compostos Bioativos e Alimentos Funcionais	39
2.11.2 Radicais Livres e Antioxidantes	40
2.11.3 Ácido Ascórbico	41
2.11.4 Óleos e Ácidos Graxos	42
2.12 ANÁLISE TÉRMICA	43
REFERÊNCIAS.....	44
 CAPÍTULO 2 EVOLUÇÃO DA QUALIDADE DA POLPA DE FRUTOS DE GENÓTIPOS DE LICURIZEIRO (<i>Syagrus coronata</i>) DURANTE A MATURAÇÃO ..	50
RESUMO	51
ABSTRACT	51
INTRODUÇÃO	52
MATERIAL E MÉTODOS.....	52
RESULTADOS E DISCUSSÃO.....	54
CONCLUSÕES.....	58
REFERÊNCIAS.....	58

CAPÍTULO 3 QUALIDADE DE AMÊNDOAS DE FRUTOS COLHIDOS NA MATURIDADE DE GENÓTIPOS DO LICURIZEIRO (<i>Syagrus coronata</i>)	68
Relevância	69
Relevance.....	69
Title of the manuscript.....	70
Resumo	70
Abstract	71
INTRODUÇÃO	72
MATERIAL E MÉTODOS	74
RESULTADOS E DISCUSSÃO	77
CONCLUSÕES	90
REFERÊNCIAS	91

CAPÍTULO 4 MINERAIS, COMPOSTOS BIOATIVOS E ATIVIDADE ANTIOXIDANTE DE FRUTOS DE GENÓTIPOS DE LICURIZEIRO (<i>Syagrus coronata</i>)	95
RESUMO	96
Abstract	96
1 INTRODUÇÃO	97
2 MATERIAL E MÉTODOS	99
2.1 INSTALAÇÃO E CONDUÇÃO DOS EXPERIMENTOS	99
2.2 DELINEAMENTO EXPERIMENTAL	101
2.3 AVALIAÇÕES	101
3 RESULTADOS E DISCUSSÃO	102
3.1 MINERAIS	102
3.2 ÁCIDO ASCÓRBICO	105
3.3 POLIFENÓIS EXTRAÍVEIS TOTAIS (PET)	107
3.4 ATIVIDADE ANTIOXIDANTE (AA)	108
3.5 ANÁLISE DE COMPONENTES PRINCIPAIS	110
4 CONCLUSÕES	111
REFERÊNCIAS	111

CAPÍTULO 5 QUALIDADE, PERFIL DE ÁCIDOS GRAXOS, ATIVIDADE ANTIOXIDANTE DO ÓLEO DE AMENDOAS DO FRUTO DO LICURIZEIRO (<i>Syagrus coronata</i>)	115
RESUMO	116
ABSTRACT	116
1 INTRODUÇÃO	117
2 MATERIAL E MÉTODOS	118
2.1 Instalação e condução dos experimentos	118
2.2 Delineamento Experimental	120
2.3 Extração do óleo	120
2.4 Avaliações	120
2.4.1 Físico-químicas	120
2.4.2 Análises Térmicas	121

2.4.3	Avaliação do Perfil de Ácidos Graxos.....	121
2.4.4	Capacidade Antioxidante	122
2.5	Análise Estatística.....	122
3	RESULTADOS E DISCUSSÃO	122
3.1	Características físico-químicas.....	122
3.2	Perfil de ácidos graxos.....	127
3.3	Capacidade Antioxidante	130
3.4	Análise térmica	134
4	CONCLUSÕES	138
	REFERÊNCIAS.....	139

**QUALIDADE E ATIVIDADE ANTIOXIDANTE DE FRUTO E SEU
ÓLEO DE GENÓTIPOS DO LICURIZEIRO (*Syagrus coronata*)**

CAPÍTULO 1

1 INTRODUÇÃO GERAL

O Brasil por ser um país tropical, apresenta uma enorme diversidade de palmeiras nativas, pertencentes à família *Arecaceae* (WATSON; DALLWITZ, 1999). No Nordeste do Brasil, o número de espécies de palmeiras nativas integradas aos diversos ecossistemas da região é elevado.

O licurizeiro (*Syagrus coronata*) é uma das principais palmeiras nativas do Semiárido do Brasil, sendo um elemento bastante reconhecido na paisagem da Caatinga, encontrado desde o Estado de Pernambuco e determinando como limite para a sua ocorrência espontânea o Vale do Jequitinhonha, no Estado de Minas Gerais. Por conseguir resistir às secas prolongadas e florescer e frutificar por um longo período do ano, o licurizeiro é fundamental provedor de recursos para a subsistência do homem do Semiárido (TASSARA, 1996). Na Bahia, o licurizeiro é uma das espécies nativas largamente utilizadas no extrativismo vegetal, desempenhando importante papel socioeconômico na região, por se caracterizar como um vegetal totalmente aproveitável (DRUMOND, 2007). O licurizeiro presta também um grande serviço à natureza e ao meio ambiente, sendo uma das principais fontes de alimentos para inúmeros animais silvestres, como a arara-azul-de-Lear, ave de ocorrência no Semiárido baiano, que está ameaçada de extinção, e sua sobrevivência está diretamente ligada à existência desta palmeira (TASSARA, 1996).

O licurizeiro é também uma palmeira decorativa, cujas folhas secas são aproveitadas na confecção de sacolas, chapéus, vassouras, espanadores e outros objetos utilitários, largamente utilizados pela população e quando raspadas, obtém-se um pó que pode ser transformado em cera (DRUMOND, 2007) e os frutos são usados pela população como fruto fresco, na produção de alimentos ou como ração para os animais (LORENZI, 1992).

O fruto do licurizeiro, o licuri, incluindo a amêndoa e a polpa, é, portanto, largamente produzido na região Nordeste e muito consumido no dia-a-dia do Sertão baiano e de outros Estados (TASSARA, 1996), fazendo parte da alimentação infantil na safra. A maioria dos frutos oriundos das palmeiras é também chamada de oleaginoso, em decorrência dos seus elevados conteúdos de óleo. Assim, um dos mais importantes derivados dessas plantas são os óleos vegetais, com uma produção anual de 99 milhões de toneladas (FARIA et al., 2008).

Frutos, de uma forma geral, quando colhidos na maturidade inadequada, podem não atingir a qualidade necessária para consumo. Portanto, torna-se necessário a determinação do ponto de colheita, utilizando-se índices de maturidade, que podem ser físicos, químicos e bioquímicos. Os índices físico-químicos baseiam-se na composição do fruto, cujos teores de

compostos químicos podem diminuir ou aumentar com o avanço da maturação e os índices bioquímicos fundamentam-se na mudança na atividade enzimática durante a maturação dos frutos (ROMBALDI et al., 2009).

Portanto, diante do seu caráter estratégico na região, é fundamental conhecer a qualidade dos frutos do licurizeiro, sobretudo o ponto de colheita e a qualidade das suas porções (fruto inteiro, polpa, amêndoa e resíduo desengordurado). Nisso está incluído o estudo das propriedades funcionais, que resultará em informação aprofundada sobre a composição do fruto, o licuri, e do seu óleo, o que é de fundamental importância para fornecer subsídios científicos que contribuirão para otimizar a utilização dos seus produtos, agregar valor e promover o desenvolvimento sustentável do Semiárido do Nordeste do Brasil.

1.1 OBJETIVOS

1.1.1 Geral

Avaliar a qualidade e a atividade antioxidante do fruto durante a maturação, e do óleo extraído das amêndoas, de genótipos do licurizeiro.

1.1.2 Específicos

- Avaliar as características físicas nos frutos inteiros e dos endocarpos do fruto do licurizeiro, colhidos em diferentes estádios de maturação;
- Determinar as características físico-químicas nos frutos, polpa e amêndoa do fruto do licurizeiro durante a maturação;
- Identificar a presença de compostos antioxidantes na polpa, amêndoa desengordurada e no óleo da amêndoa de frutos do licurizeiro, na maturidade;
- Caracterizar as propriedades físico-químicas do óleo da amêndoa do licuri;
- Estabelecer o perfil de ácidos graxos do óleo da amêndoa do licuri;
- Determinar a estabilidade térmica do óleo da amêndoa do licuri.

2 REVISÃO DE LITERATURA

2.1 PALMEIRAS NATIVAS DO BRASIL

O Nordeste brasileiro apresenta condições climáticas favoráveis ao desenvolvimento de diversas frutíferas de clima tropical, o que é evidenciado pela expressiva diversidade de espécies nativas encontradas na região, ao lado de outras, exóticas, introduzidas de ecossistemas equivalentes, que se adaptaram bem e se comportam de modo semelhante ao material nativo. No entanto, as fruteiras nativas do Nordeste do Brasil são exploradas na sua grande maioria ainda de forma extrativista (CARVALHO, 2002).

As palmeiras são plantas de morfologia variada, cujas raízes podem ser subterrâneas ou aéreas. Os estipes são geralmente lenhosos e as folhas formadas essencialmente por um eixo no qual são distinguidas três regiões: bainha, pecíolo e limbo. As inflorescências podem ser interfolares, intrafolares ou axilares, com flores pequenas e numerosas (LOPES, 2007).

Cerca de 40 % de todas as palmeiras crescem espontaneamente na América, mas a maior biodiversidade é encontrada na Malásia. Os maiores centros de diversidade dessa família ocorrem nas regiões tropicais da Ásia, Indonésia, Ilhas do Pacífico, América do Sul e Central. No Brasil encontram-se, aproximadamente, 200 espécies nativas e 200 espécies exóticas introduzidas no País (LORENZI, 1992).

Entre as palmeiras nativas do Brasil mais conhecidas, destacam-se: açai (*Euterpe oleracea*), babaçu (*Orbignya speciosa*), bacuri (*Attalea phalerata*), buriti (*Mauritia flexuosa*), catolé (*Syagrus cearensis*), macaúba (*Acrocomia aculeata*), pupunha (*Bactris gasipaes*) e tucumã (*Astrocaryum vulgare*) (MOREIRA, 2000). No Nordeste brasileiro, além das acima listadas, destacam-se macaíba (*Acrocomia intumescens*), pindoba (*Attalea oleifera*) e licuri (*Syagrus coronata*), com grande potencial como oleaginosas (CABRAL et al., 2010).

Algumas espécies do território brasileiro também são encontradas em países vizinhos, como *Syagrus arenicola* e *Syagrus oleracea* no Paraguai; *Syagrus capitata* no Uruguai, *Syagrus romanzoffiana* no Paraguai, Uruguai e Argentina; e *Syagrus inajai* na Guiana Francesa, Suriname e Colômbia (ALVES; DEMATTÊ, 1987).

Em Pernambuco, Estado onde foram colhidos os frutos do licurizeiro, objeto deste estudo, segundo Medeiros-Costa (1982), as principais palmeiras são macaíba (*Acrocomia intumescens*), pindoba (*Attalea oleifera*), coco-de-fuso (*Bactris ferruginea*), maraial (*Bactris humilis*), tucum-mirim (*Bactris pickelii*), carnaúba (*Copernicia prunifera*), titara (*Desmoneus orthacanthos*), tiracoco-de-cigano (*Desmoncus polyacanthos*), açai (*Euterpe oleracea*),

juçara (*Euterpe edulis*), coco-de-macaco (*Orbignya barbosiana*), licuri (*Syagrus coronata*), coco-babão (*Syagrus x costae*), guariroba (*Syagrus oleracea*) e coco-de-vassoura (*Syagrus pétrea*), espécies que apresentam vários nomes populares.

O estudo das palmeiras nativas é de fundamental importância, devido o elevado potencial socioeconômico para as diversas comunidades (JARDIM; STEWART, 1994). As palmeiras apresentam várias utilidades, dentre as quais o potencial alimentício, podendo-se utilizar o palmito e os frutos. Alguns caules e folhas são empregados na construção civil, embarcações, decoração, medicamentos e ração animal. Os frutos podem ser consumidos frescos ou na elaboração de méis, licores, vinhos, doces, etc. Das amêndoas se extrai óleos que podem ser utilizados no preparo de alimentos, na produção de biodiesel, na indústria farmacêutica, cosméticos e elaboração de velas e sabões (CLEMENT; MORA-URPI, 1987). Apesar da importância socioeconômica, ainda pouco se conhece sobre o valor nutricional dos diversos frutos dessas espécies subexploradas como alimentos. Por exemplo, na Amazônia, *Jessenia bataua*, cujos frutos apresentam óleo semelhante ao de oliva, tem comércio restrito na Colômbia e permanece desconhecida no resto do mundo (VIETMEYER, 1986).

Comercialmente, as palmeiras mais importantes são o coqueiro (*Cocos nucifera* L.) e o dendê (*Elaeis oleifera*), ambas fontes de óleo vegetal. Do coqueiro, utilizam-se as fibras da casca e endocarpo para artesanato, da amêndoa, extrai-se o leite de coco e, finalmente, a seiva da inflorescência é usada como bebida, fermentada ou não, e também serve como açúcar, álcool e vinagre (NOBLICK, 1986). No entanto, outras palmeiras nativas, a exemplo do licurizeiro, podem fornecer matéria prima para beneficiamento na propriedade agrícola, ou em comunidades urbanas, após processamento prévio, sendo posteriormente destinada à produção de alimentos com elevado valor agregado por ser de origem orgânica e alto valor nutritivo, fortalecendo o agronegócio sustentável do Semiárido (MEDEIROS-COSTA, 1982).

2.2 FRUTOS DE PALMEIRAS

Os frutos são o produto do desenvolvimento de flores ou inflorescências das angiospermas, sendo que alguns são classificados como hortaliças, mas, sob o aspecto botânico, são frutos. Do ponto de vista fisiológico, os frutos são constituídos de tecidos que suportam os óvulos e cujo desenvolvimento é dependente dos eventos que ocorrem nesses óvulos. Essa definição não é aplicável aos frutos secos, nos quais as sementes é o produto mais importante. Segundo o dicionário inglês Oxford, os frutos são “produtos comestíveis de

árvores ou plantas, constituídos de semente e seu invólucro, especialmente o invólucro, quando suculento e polpudo” (CHITARRA; CHITARRA, 2005).

Os frutos das palmeiras são drupas variáveis no fenótipo, cor, tamanho e forma e geralmente apresentam três camadas: exocarpo, mesocarpo e endocarpo (LOPES, 2007).

2.3 CARACTERIZAÇÃO DA ÁREA DE ESTUDO: O MUNICÍPIO DE BUÍQUE-PE

O município de Buíque (08°37'23"S-37°09'21"O) (Figura 1) está localizado na mesorregião Agreste e na Microrregião Vale do Ipanema do Estado de Pernambuco. O município está incluído na área geográfica de abrangência do Semiárido brasileiro (Ministério da Integração Nacional, 2005).

Figura 1- Localização do município de Buíque no Estado de Pernambuco



A fertilidade dos solos é bastante variada, com certa predominância de média para alta. A vegetação é formada por Florestas Subcaducifólica e Caducifólica, próprias das áreas agrestes. O bioma do município é a Caatinga (IBGE, 2010). O clima é do tipo Tropical Chuvoso, com estação chuvosa iniciando em janeiro/fevereiro com término em setembro. A temperatura média é 28 °C (GOMES et al., 2006).

De acordo com o IBGE (2010), a população residente total é de 51990 habitantes, sendo 35 % na zona urbana e 65 % na zona rural.

2.4 LICURIZEIRO (*Syagrus coronata*)

O gênero *Syagrus*, pertencente à família *Arecaceae*, possui 30 espécies distribuídas na América do Sul, sendo que 16 espécies concentram-se na região Nordeste do Brasil e 14 são registradas na floresta Atlântica (MEDEIROS; COSTA, 2006).

Conforme Noblick (1986) e Marcato e Pirani (2001), o licurizeiro é uma palmeira monóica, que pode ter porte pequeno a grande, solitária ou cespitosa, tronco muito curto, subterrâneo a ereto e alto, apresentando, segundo Bondar (1938) e Noblick (1986), altura que varia de 6-10 m e diâmetro de cerca de 25 cm. As folhas do licurizeiro são pinadas com o comprimento variando de 7 cm a 3 metros, distribuídas helicoidalmente em cinco fileiras, inflorescências interfoliares com o raque medindo até 52,0 cm de comprimento, com 40 a 60 ramos, espatas de consistência lenhosa e flores masculinas e femininas na mesma inflorescência (MEDEIROS-COSTA, 1982). Conforme este autor, as características que permitem a sua distinção das outras palmeiras do gênero *Syagrus* que apresentam porte e estrutura morfológicas semelhantes são, especificamente, a disposição das folhas unicamente em cinco fileiras, e a presença de projeções fibrosas semelhantes a espinhos nas margens do pecíolo foliar (Figura 2).

Figura 2 - Inflorescência da palmeira do licurizeiro (*Syagrus coronata*)



Foto: Katia Elizabeth de Souza Miranda (2010)

Embora floresça e frutifique o ano todo, a despeito de pequenas variações, os meses de março, junho e julho apresentam maior frutificação, caracterizando o período da safra (BONDAR, 1938; NOBLICK, 1986). Lorenzi (1992) cita que o licurizeiro apresenta maior frutificação entre os meses de maio e agosto, amadurecendo no período de outubro a dezembro. Entretanto, para Pitman (2007), a frutificação do licurizeiro ocorre durante longo período do ano. Portanto a palmeira parece ter o pico de floração definido em cada área específica.

Os frutos do licurizeiro, mais comumente chamado de licuri e também denominados de ouricuri, aricuri, nicuri, são drupas oval-elipsoides, apiculados, com 3,0 cm de comprimento e 1,8 cm de diâmetro. O licuri apresenta três camadas: o exocarpo com espessura fina, podendo se apresentar liso ou longitudinalmente estriado; o mesocarpo, com consistência de carnosos a seco, fibroso-mucilaginoso comestível, adocicado e amarelado, podendo ter até 5 mm de espessura no licuri maduro; endocarpo duro e espesso com paredes que variam de 5,0 a 8,0 mm de espessura (MEDEIROS-COSTA, 1982; BONDAR, 1938). A cavidade do endocarpo pode ser irregular ou mais comumente circular, raro triangular na secção transversal e geralmente com uma única semente (LOPES, 2007). As sementes são comestíveis, revestidas com uma película marrom, denominada tegumento e o endosperma homogêneo (MEDEIROS-COSTA, 1982). Segundo Drumond (2007), as sementes possuem as amêndoas ricas em óleo (cerca de 38 %).

Os frutos do licurizeiro se desenvolvem em cachos e enquanto verdes possuem o endosperma líquido, que se torna sólido no processo de maturação, dando origem à amêndoa. Segundo Bondar (1838), quando maduros, os frutos apresentam uma coloração que varia do amarelo-claro ao laranja (Figura 3).

Figura 3- Cacho com frutos do licurizeiro maduros (*Syagrus coronata*)



Foto: Katia Elizabeth de Souza Miranda (2010)

Embora pouco estudada, observa-se que a espécie possui estratégias autodefensivas às adversidades do Semiárido, produzindo na superfície dos seus folíolos uma crosta de cera que, pela transparência, permite a passagem de raios solares, para a assimilação clorofiliana, que evita a perda de água pela planta. Parte dessa resistência deve-se ao fato das plantas, ao perder as folhas velhas, manterem vivos, por cerca de 3 a 4 anos, os pecíolos foliares ou talos, cuja base grossa contém reserva de nutrientes, armazenada nas estações chuvosas, que lhe asseguram a vitalidade nos períodos prolongados de escassez de chuvas. Nas axilas das folhas, a água das chuvas é armazenada naturalmente (CARVALHO et al., 2006).

O licurizeiro cresce tanto em solos férteis e profundos como em solos pedregosos, até mesmo em áreas com afloramentos rochosos, mas não se adapta aos solos encharcados ou permanentemente úmidos (DRUMOND, 2007).

2.5 IMPORTÂNCIA E EXPLORAÇÃO ECONÔMICA DO LICURIZEIRO

O fruto do licurizeiro é muito consumido no Semiárido, podendo a colheita ser feita na própria árvore ou do solo, após queda natural. Após a colheita, os frutos são comercializados em feiras livres, quitandas ou supermercados.

Os frutos são usados pela população da área de ocorrência como alimento fresco ou na elaboração de produtos, na ração animal e como substituto do milho na alimentação das aves (LORENZI, 1992). Os brotos do licurizeiro também são consumidos pelos sertanejos, sendo a parte mais mole cozida, e a mais dura triturada, moída e utilizada como farinha (TASSARA, 1996). O arraçoamento do gado em períodos de secas a partir de folhas trituradas, frutos e inflorescências faz com que o licurizeiro seja então considerado uma espécie forrageira de reserva, para períodos de estiagem no Semiárido nordestino (HART, 1995). O óleo extraído das amêndoas, além de utilizado na alimentação, também é empregado na fabricação de saponáceos, considerados de alta qualidade (NOBLICK, 1986).

Rufino et al. (2008) em levantamento realizado sobre conhecimento e uso do licurizeiro em Buíque-PE, reportou que o licuri é utilizado como alimento do homem, alimento de criação de animais e de animais silvestres, construção, artesanato, combustível, medicinal. Como alimento do homem, os resultados do uso do licuri foram assim distribuídos: 30 % dos informantes utilizam leite de coco e a amêndoa fresca, 28 % dos informantes usam o óleo extraído da amêndoa, 3 % dos informantes usam a amêndoa na elaboração de cocada e doce e também consomem a polpa fresca, 1 % dos informantes usam a amêndoa na preparação de farinha, farofa e embuzada. Ao término do diagnóstico os autores concluíram

que em Buíque-PE, o licurizeiro deve ser considerado espécie importante na comunidade rural, sendo seu valor baseado, principalmente no uso alimentício do fruto, amplamente conhecido pelos informantes.

Outro levantamento etnobotânico efetuado por Oliveira et al. (2009) no município de Várzea da Roça-BA, constatou que o licurizeiro possui uma grande importância socioeconômica para o município, uma vez que cerca de 70% dos entrevistados utiliza esta palmeira como fonte de renda. A produção média da amêndoa, o “coco licuri”, gira em torno de 10 t/mês, sendo que 80% são utilizadas na produção de sabão, velas, óleos e cosméticos e o restante, 20 %, são utilizados frescos na alimentação de animais, como aves, gados e suínos e na culinária local. Além da amêndoa, também são extraídos o endocarpo dos frutos e as folhas, utilizados em artesanato. As folhas velhas, devido ao seu teor gorduroso, são usadas para confecção de fachos para iluminação noturna ou utilizadas como fonte de energia em fornos domésticos.

O licuri vem despertando interesse, ganhando mercado e prometendo se tornar um fruto de grande valor econômico, não apenas para o mercado regional, mas também em outros locais do país onde é apreciado (RUFINO et al., 2008).

Além da importância socioeconômica, o licurizeiro também apresenta uma elevada importância ecológica, uma vez que se apresenta como uma espécie-chave da Caatinga, garantindo, de forma direta, a manutenção de diversas espécies vegetais e aves (TASSARA, 1996).

2.6 DESENVOLVIMENTO E MATURAÇÃO DE FRUTOS

O ciclo vital dos frutos inicia-se com a fertilização, que é seguida por etapas distintas: formação, crescimento, maturação e senescência. A formação é a primeira fase na vida do fruto, caracterizada por um rápido crescimento do ovário, que usualmente se segue à polinização e fertilização, que são acompanhadas por mudanças tais como, murchamento das pétalas. O crescimento do fruto começa no primórdio floral, sendo marcado pelo aumento do volume das células, embora a divisão celular também continue. Em geral, o crescimento por divisão celular é de curta duração, enquanto que a expansão celular pode continuar até a maturidade. A maturação se inicia, em geral, antes que o crescimento termine. A maturação ocorre na vida do fruto, quando o seu desenvolvimento completo é atingido, independentemente da planta mãe. Após a maturação, não há mais aumento no tamanho do fruto. Os frutos são normalmente colhidos neste estágio, após o qual, vivem utilizando-se dos

substratos acumulados. A maturação é um evento importante no ciclo vital dos frutos, por torná-los com máxima qualidade comestível (CHITARRA; CHITARRA, 2005).

As mudanças bioquímico-moleculares que ocorrem ao final da maturação resultando em alterações fisiológicas e fenotípicas, são perceptíveis, como é o caso da coloração, em que a clorofila decresce nos cloroplastos enquanto os pigmentos carotenóides e antocianinas se desenvolvem; solubilização de pectinas; formação de ceras na epiderme; melhoria do sabor, pela síntese e bioconversão de carboidratos e ácidos orgânicos; síntese e/ou polimerização/condensação de compostos fenólicos; produção de substâncias voláteis; mudanças na taxa respiratória (ROMBALDI et al., 2009).

É no final da maturação, que o fruto completamente maduro torna-se mais palatável, pois, sabores e odores específicos se desenvolvem em conjunto, através de processos de degradação e síntese. Portanto, esta fase corresponde basicamente às mudanças nos fatores sensoriais que tornam o fruto aceitável para o consumo. A senescência é o período no qual os processos anabólicos diminuem, havendo predominância dos processos catabólicos, que são responsáveis pelo envelhecimento e morte dos tecidos. Após a colheita do fruto, a respiração torna-se o seu principal processo fisiológico (CHITARRA; CHITARRA, 2005).

2.7 ATRIBUTOS DE QUALIDADE DE FRUTOS

Os atributos de qualidade dizem respeito à aparência, sabor e odor, textura, condição e ausência de defeitos, valor nutritivo e segurança dos produtos, têm importância de acordo com os interesses de cada segmento da cadeia de comercialização e devem ser avaliados em conjunto, pois são pouco representativos se avaliados separadamente (CHITARRA; CHITARRA, 2005). Estes atributos podem ser medidos através de métodos analíticos e sensoriais (ROMBALDI, 2009).

Conforme Reid (2003), o tamanho, atributo referente à aparência, é um índice de maturidade recomendado para todas as frutas e muitas hortaliças. O tamanho pode ser determinado pela dimensão (comprimento, largura, diâmetro ou circunferência), massa ou volume. As frutas são, em geral, avaliadas pelo diâmetro. A massa do fruto inteiro está relacionada linearmente com o seu grau de desenvolvimento e/ou maturação, exceto no estágio em que o fruto se encontra em estado avançado de maturação, quando apresenta tendência a perder massa fresca em decorrência do maior teor de umidade e maior perecibilidade da casca (KAYS, 1997).

Embora nem todos os frutos mudem de cor durante o amadurecimento, esta é uma das características mais associadas ao ponto de colheita e maturidade para consumo (TUCKER, 1993). A época, a velocidade e a intensidade da mudança variam entre espécies e entre cultivares de uma mesma espécie (KAYS, 1997).

A perda da cor verde é utilizada como indicativo da maturidade. Entretanto, embora as transformações na coloração sejam utilizadas como índice de maturidade, esta avaliação não é inteiramente confiável, porque a coloração sofre a influência de inúmeros fatores. A exposição à luz solar, por exemplo, pode induzir o desenvolvimento de cor mais rapidamente em algumas frutas que em outras, na mesma planta, embora ambas possam ter a mesma época de formação (AWAD, 1993; CHITARRA; CHITARRA, 2005).

O valor nutritivo é o atributo de qualidade menos considerado na cadeia de comercialização de frutos e hortaliças, porém é importantíssimo na alimentação humana. A determinação dos componentes químicos dos frutos tem sido utilizada para avaliação da composição, da maturidade para colheita e da qualidade comestível (KAYS, 1997).

O teor de sólidos solúveis, normalmente é feito com objetivo de ter uma estimativa da quantidade de açúcares presentes nos frutos, solúveis em água, embora, quando medidos através de refratômetro, incluem, além dos açúcares, pectinas, sais e ácidos. Os sólidos solúveis geralmente aumentam nos frutos com o amadurecimento (LIMA, 1997).

A acidez titulável representa todos os grupamentos ácidos encontrados (ácidos orgânicos livres, na forma de sais e compostos fenólicos) e o potencial hidrogeniônico (pH) mede a quantidade de íons hidrogênio no fruto (MENEZES; ALVES, 1995). A acidez em vegetais é atribuída, principalmente aos ácidos orgânicos que se encontram dissolvidos nos vacúolos das células, tanto na forma livre, como combinada com sais, ésteres, glicosídeos e são importantes fontes de energia para os frutos (JACOMINO, 2008).

Em relação aos ácidos, na maturação espera-se que seu conteúdo diminua durante o período de atividade metabólica máxima dos vegetais e, conseqüentemente aumente o pH. Esta diminuição é conseqüência da oxidação dos ácidos no ciclo de Krebs, porém pode ocorrer o inverso, um aumento no teor de ácidos, relacionado à liberação de açúcares precursores da biossíntese de ácidos durante o processo de degradação da parede celular, (CHITARRA; CHITARRA, 2005).

Os ácidos predominantemente encontrados nas frutas e hortaliças são málico, cítrico, tartárico, acético, oxálico, entre outros. Alguns ácidos orgânicos são voláteis e contribuem para o aroma de muitas frutas.

De acordo com Bleinroth (1989), os sólidos solúveis (SS) têm tendência à aumentar com o avanço da maturação, enquanto a acidez titulável (AT) diminui, sendo assim, a relação SS/AT é diretamente proporcional aos sólidos solúveis e inversamente proporcional a acidez titulável. Em muitos frutos, o equivalente entre os ácidos orgânicos e os açúcares é utilizado como critério de avaliação do sabor. Porém, alguns produtos insípidos, contendo acidez titulável e sólidos solúveis muito baixos, apresentam relação elevada entre esses componentes, o que pode conduzir a interpretações errôneas da qualidade comestível. Por essa razão, são estabelecidos teores mínimos de sólidos solúveis e máximos de acidez titulável para alguns frutos, visando à obtenção de um sabor aceitável. A relação SS/AT é mais representativa que a medição isolada de açúcares ou da acidez, pois essa relação dá uma boa idéia do equilíbrio entre esses dois componentes (CHITARRA; CHITARRA, 2005).

Os carboidratos podem ser encontrados nos vegetais nas seguintes formas: monossacarídeos: glicose, frutose; dissacarídeos: sacarose; polissacarídeos: amido (reserva), celulose, hemicelulos e pectina (estruturais) (JACOMINO, 2008).

Nos frutos que acumulam amido, normalmente a doçura aumenta com o progresso de maturação pela sua degradação em açúcares menores, conferindo sabor adocicado ao fruto. O amido que se acumula durante o crescimento do fruto é rapidamente degradado durante o amadurecimento, sendo esta diminuição evidente no cloroplasto, onde os grânulos de amido tornam-se menores e praticamente desaparecem no fruto maduro. Em muitos frutos, a degradação do amido é um evento característico do amadurecimento (JOHN; DEY, 1986; TUCKER, 1993). A velocidade e a extensão da degradação do amido durante a maturação variam entre frutos de diferentes espécies (KAYS, 1997).

O teor de açúcares é um importante atributo de qualidade associado aos frutos, que tem papel fundamental no sabor e aroma, e também tem sido utilizado como indicador do estágio de maturação mais adequado para a colheita (ARRIOLA et al., 1980). Na maturidade fisiológica da maioria dos frutos, a sacarose é o açúcar predominante (WHITING, 1970).

As variações de açúcares entre espécies são extremas. Os valores médios em frutos são da ordem de 10 % e, em hortaliças, de 2 a 5%. As variações numa mesma espécie são decorrentes de fatores diversos como cultivares, tipo de solo, condições climáticas e práticas culturais (CHITARRA; CHITARRA, 2005).

Os açúcares solúveis além de terem uma grande participação na composição do sabor e aroma, são utilizados como substratos respiratórios, mas encontram-se nos frutos em quantidades muito superiores àquelas necessárias à geração de energia (TUCKER, 1993). Os principais açúcares solúveis presentes nos frutos são a frutose, a glicose e a sacarose. O

dissacarídeo sacarose é o principal açúcar não-redutor enquanto glicose e frutose constituem os principais açúcares redutores. Na maioria dos frutos o açúcar redutor predominante é a glicose. A proporção entre os açúcares é responsável pelo grau de doçura dos frutos (CHITARRA; CHITARRA, 2005).

Entre os carboidratos, ao resíduo orgânico obtido em certas condições de extração, dá-se o nome de fibra. O termo fibra alimentar é definido como componentes das paredes celulares vegetais incluídas na dieta humana que resistem a ação das secreções do trato gastrointestinal. A definição de fibra mais aceita, para fins analíticos, considera os aspectos fisiológicos, como polissacarídeos (exceto amido) e lignina que não são digeridos pelo intestino delgado humano. As fibras podem ser classificadas de acordo com a sua solubilidade. As fibras solúveis são responsáveis pelo aumento da viscosidade do conteúdo gastrointestinal e as fibras insolúveis diminuem o tempo de transito intestinal, torna mais lenta a absorção da glicose e retardam a digestão do amido. Embora em concentrações diferentes, a maioria dos alimentos contém uma combinação dos dois tipos de fibras (IAL, 2008).

A Associação Americana de Químicos de Cereais (AAQC) definiu fibra dietética como a fibra constituída pelas partes comestíveis dos carboidratos de plantas e outras substâncias análogas que são resistentes a digestão e absorção do intestino delgado humano, mas fermentam total ou parcialmente no intestino grosso (COULTATE, 2007).

Nos países africanos e em coletividades de países em desenvolvimento, são raras as moléstias tidas como comuns em sociedades desenvolvidas, porque ao longo dos últimos dois séculos, houve uma acentuada diminuição do consumo de fibras. Em 1770, consumia-se 6,23 g/dia; em 1970, consumia-se 0,2 g/dia, por pessoa. Essa diminuição no consumo de fibras deveu-se em parte, à redução do consumo de farinha que, em 1770, era de 500 g/dia por pessoa e, em 1970, passou a 200 g/dia por pessoa. Em meados de 1970, o Comitê Americano de Seleção e Nutrição, concomitante com o Ministério Americano de Saúde e Serviços Humanos e o Ministério da Agricultura, emitiram recomendações que incentivavam o aumento de consumo de carboidratos complexos e de fibras dietéticas (PALERMO, 2008).

A composição química da fibra varia de acordo com o tipo de alimento. Na Tabela 1, pode-se observar a composição percentual de fibras da dieta dada pelos cereais, vegetais e frutas frescas.

Segundo Faria et al (2008) a amêndoa de coquinho-azedo (*Butia capitata*), contém 25,8 % de fibra detergente neutra e 17,6 % de fibra detergente ácida, a qual foi considerada pelos autores como um percentual alto de fibras.

Tabela 1 - Composição percentual de fibras de vegetais (%)

Fonte de fibras	Polissacarídeos não celulósicos	Celulose	Lignina
Cereais	75,7	17,4	6,7
Vegetais	65,6	31,5	2,98
Frutas	62,9	19,7	17,4

Fonte: Palermo (2008).

Também entre os macronutrientes presentes nos alimentos, tem-se as proteínas, com três funções essenciais da matéria viva (nutrição, crescimento e reprodução), sendo as estruturas que integram estas moléculas os peptídeos e aminoácidos. Os vegetais têm a capacidade de sintetizar os aminoácidos a partir dos nitratos, porém o ser humano necessita de fontes de aminoácidos dos alimentos para elaborar suas proteínas (GUTIÉRREZ, 2000).

As proteínas são compostos extremamente sensíveis a ação do calor, dos ácidos, dos álcalis e de solventes orgânicos. Na prática, são muitos os alimentos que contém proteínas, porém são poucos os que possuem as proteínas em quantidades realmente significativas. Os alimentos que possuem as proteínas em maior quantidade, raramente superam os níveis de 30%, a não ser que se trate de alimentos desidratados. Moreira (2000) determinou o teor de proteínas em frutos de algumas variedades de palmeiras, (Tabela 2).

Tabela 2 - Conteúdo de proteínas em frutos de palmeiras

Fruto	Teor de proteínas (%)	
	Polpa	Amêndoa
Coco-católé (<i>Syagrus oleracea</i>)	5	5,8
Dendê (<i>Elaeis guineensis</i>)	-	2,8
Macaíba (<i>Acrocomia intumescens</i>)	3,8	8,5
Pupunha (<i>Bactris gasipaes</i>)	7,44	7,79
Tucumã (<i>Astrocaryum vulgare</i>)	8,44	12,06
Carnaúba (<i>Copernicia prunifera</i>)	5,46	6,89

Fonte: Moreira (2000) e Nogueira (2009).

Santoro et al. (1996) determinou na amêndoa do coquinho azedo e do coquinho-baía, 11,6 e 7,10 % de proteínas, respectivamente. Já a amêndoa da chichá (*Sterculia striata*) apresenta 20,78 % de proteínas (SILVA, 2009).

Na composição química dos alimentos é fundamental se conhecer também o percentual de água, a qual encontra-se presente sob as formas: livre, de estrutura e de constituição. A água livre é a que não se encontra ligada a nenhuma estrutura molecular dentro da célula. As demais formas de águas existentes nos alimentos concentrados são denominadas de estrutura (altera a natureza física da substância) e de constituição (entra na formação da substância), que apesar da importância sob o aspecto físico-químico não

apresentam valores no aspecto prático, pelos baixos teores com que estão presentes (IAL, 2008).

O conhecimento do teor de cinzas, residuo obtido por aquecimento de um produto em temperatura entre 550-570 °C, estabelece a qualidade de substância residual não volátil no processo de incineração (CÍRIO et al., 2003). Nem sempre este residuo representa toda a substancia inorgânica presente na amostra, pois alguns sais podem sofrer redução ou volatilização nesse aquecimento (IAL, 2008).

Crepaldi et al. (2001), determinou a composição química do licuri, coletado na Bahia, obtendo os seguintes resultados: umidade (77,4 e 28,6 %), cinzas (1,4 e 1,2 %), lipídeos (4,5 e 49,2 %), proteínas (3,2 e 11,5 %) e carboidratos totais (13,2 e 9,7 %) na polpa e amêndoa, evidenciando que o licuri é um fruto com alto percentual de umidade, que o torna bastante perecível, além de conteúdos expressivos de lipídeos, proteínas e carboidratos.

2.8 LIPÍDEOS

O termo lipídeo refere-se a um grupo heterogêneo de substâncias, associadas com sistemas vivos, que apresentam em comum a insolubilidade em água, sendo, todavia, solúveis em solventes não-polares como os hidrocarbonetos ou alcoóis. Incluídos neste grupo estão os óleos e as gorduras (COULTATE, 2004). Cândido (1995) aponta como algumas propriedades dos lipídeos a firmeza, adesividade, elasticidade, paladar, cremosidade, ação lubrificante e excelente meio de cocção. As principais fontes de energia utilizadas pelo homem se encontram entre os lipídeos: enquanto o rendimento energético dos lipídeos corresponde a mais de 9 Kcal, o dos carboidratos representa 4,1 Kcal (MOREIRA, 2000).

Os lipídeos são encontrados em quantidades bastante variada nos alimentos, tais como: nozes (castanhas-de-caju, 46%; castanha-do-Pará, 67%; amendoins, 48%); sementes (gergelim, 50%; semente de girassol, 47%); soja, 18% e em grãos de cereais 3-5% (POMERANZ, 1991). Os lipídeos podem ser: simples, que por hidrólise total, dão origem somente a ácidos graxos e alcoóis; compostos, que contém outros grupos na molécula, além de ácidos graxos e alcoóis e derivados, que são substâncias obtidas na sua maioria por hidrólise dos lipídeos simples e compostos (LEMBO; SARDELLA, 1977).

Os triacilgliceróis são os glicerídeos mais comuns, sendo os principais combustíveis dos organismos animais e vegetais. Eles podem ocorrer nas formas líquidas ou sólidas, dependendo da constituição de ácidos graxos (KAPSEU; PARMENTIER, 1997).

A maioria das gorduras naturais é constituída por 98 a 99% de triacilgliceróis que, por sua vez, são primariamente constituídos por ácidos graxos. O remanescente 1 ou 2% inclui traços de monoacilgliceróis e diacilgliceróis, ácidos graxos livres, fosfolipídeos (componente de membranas celulares, principalmente do sistema nervoso) e substâncias não saponificáveis, contendo esteróis (hormônios esteróides e colesterol). As vitaminas lipossolúveis também estão incluídas nesse grupo (MAHAN, 1994).

Na maioria das sementes, os triacilgliceróis são armazenados no citoplasma das células do cotilédono ou endosperma, nos oleossomos. De modo geral, em relação à estrutura, todos os lipídeos contêm na molécula carbono, hidrogênio e oxigênio; em algumas classes são encontrados fósforo, nitrogênio, e, às vezes, enxofre (COZZOLINO, 2009).

Os ácidos graxos são os constituintes mais importantes da fração lipídica dos alimentos (COZZOLINO, 2009), tendo esta denominação todos os ácidos monocarboxílicos de cadeia simples, sendo unidades fundamentais da maioria dos lipídeos. Os ácidos graxos são longas cadeias de hidrocarbonetos que carregam um grupo carboxila terminal, conferindo características de ácidos fracos, podendo ser saturados ou insaturados (RAVEN; EVERT, 2007). Os principais ácidos saturados são o láurico, o palmítico e o esteárico (BOBBIO; BOBBIO, 1995).

Nos alimentos, os ácidos graxos palmítico, oléico e linoléico respondem a cerca de 80% dos ácidos graxos (COZZOLINO, 2009).

Os ácidos graxos essenciais possuem uma função mais específica na nutrição humana. Eles não podem ser produzidos pelo organismo humano, sendo necessária à administração dietética (TURATTI et al., 2002).

Os ácidos graxos poliinsaturados essenciais (PUFA): Omega-6 (18:2) e Omega-3 (18:3) são extremamente importantes para o funcionamento do organismo. O ácido graxo mais conhecido é o ácido linoléico, cujas maiores fontes são os óleos vegetais, pertencente ao grupo de ácidos graxos ômega 6, assim chamados por apresentarem a primeira dupla ligação da cadeia, no sexto átomo de carbono, contando-se a partir do lado oposto ao do ácido carboxílico, que é transformado pelo organismo humano em ácido araquidônico e, em pequenas quantidades, de outros ácidos graxos poliinsaturados (GURR, 1995). A família ω 3, cujo precursor é o α -linolênico, é composta pelo AG $C_{20:5}$ e $C_{20:6}$ (5, 8, 11, 14, 17-eicosapentaenóico-DHA), também presentes em peixes e seus óleos, moluscos, crustáceos, entre outros (MORETTO; FETT, 1998).

Os ácidos graxos incomuns são os que possuem número ímpar de carbonos, de estrutura complexa, presente em quantidade mínima em óleos e gorduras comuns, sendo

difícilmente detectados (ácidos malválico, margárico e ricinoléico) (MORETTO; FETT, 1998).

2.9 BIOSÍNTESE DE ÁCIDOS GRAXOS

A fotossíntese, rota pela qual toda a energia entra na nossa biosfera, pode ser considerada como um dos processos biológicos mais importantes da Terra. Todo o metabolismo vegetal está condicionado aos processos fotossintéticos e portanto, a redução do carbono. Destes resultam todas as substâncias do metabolismo primário, as quais por sua vez irão originar os metabólitos secundários (BELTRÃO; OLIVEIRA, 2007).

A biossíntese dos ácidos graxos e a sua oxidação ocorrem por vias metabólicas diferentes, sendo catalisadas por diferentes conjuntos de enzimas e ocorrem em compartimentos distintos da célula. O malonil-CoA, intermediário de três átomos de carbono, obtido a partir da carboxilação do Acetil-CoA pela enzima Acetil-CoA carboxilase, participa na biossíntese dos ácidos graxos (LEHNINGER, 2006).

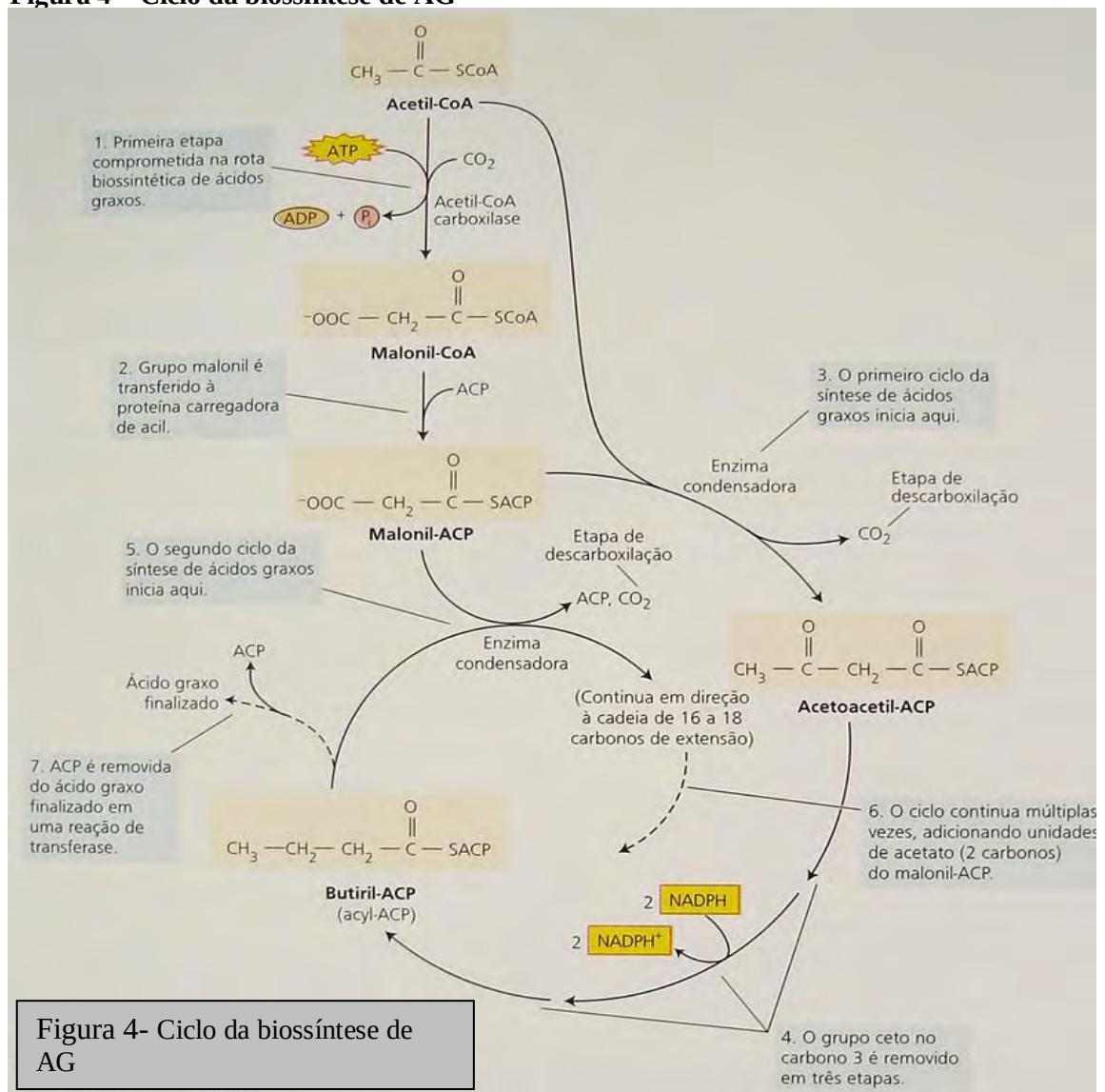
Nos vegetais a biossíntese de ácidos graxos, reação de condensação de unidades C_2 , envolve uma complexa série de enzimas localizadas nos cloroplastos, denominadas complexo ácido graxo sintase, que resulta na síntese dos ácidos saturados C_{18} e C_{16} , e do monoinsaturado ácido oléico.

A primeira etapa desta via metabólica é a síntese de malonil-CoA a partir de acetil-CoA e CO_2 . A reação catalisada pela acetil-CoA carboxilase é a etapa limitante na biossíntese dos ácidos graxos, sendo esta enzima o sítio importante de regulação da síntese de ácidos graxos.

A biossíntese de ácidos graxos é sequenciada pelas seguintes etapas: o malonil-CoA é sintetizado a partir de acetil-CoA e CO_2 , pela enzima acetil-CoA carboxilase; o grupo malonil é transferido para a proteína-acil-transportadora (ACP), pela enzima malonil-CoA-ACP transferase (MT); o grupo acetil do acetil-CoA é transferido para o grupo-SH da cisteína presente na β -cetoacil-ACP sintase (KS). Essa reação é catalisada pela acetil-CoA-ACP transacetilase (AT); em seguida a reação transfere o grupamento malonil, do malonil-CoA para o grupo -SH da proteína ACP, reação catalisada pela malonil-CoA-ACP transferase (MT); o primeiro ciclo da síntese de ácidos graxos se inicia com etapa de condensação entre os grupos ativado acetil e malonil ligados à ACP pelo grupo SH da fosfopanteteína, formando acetoacetil-ACP e simultaneamente ocorre a liberação de um mol de CO_2 . Esta reação está atrelada à hidrólise de ATP. Posteriormente, etapa de redução o grupo β -ceto é

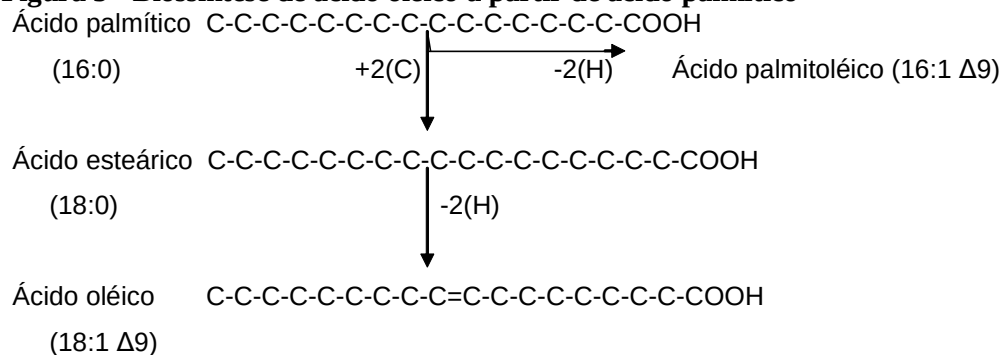
removido (reduzido) a um álcool pela enzima β -cetoacil-ACP redutase, (KR) para formar uma nova cadeia acil (butiril-ACP), cadeia de 4C (β -hidroxibutiril-ACP), seguida de etapa de desidratação, formando uma dupla ligação com a eliminação da água, onde é formado o trans- Δ^2 -butenoil-ACP pela enzima β -hidroxiacil-ACP-desidratase HD e, posteriormente ocorre a etapa de redução da dupla ligação, na qual a dupla ligação é reduzida para formar o grupo acil-graxo saturado correspondente butiril-ACP, pela enzima enoil-ACP-redutase ER. O segundo ciclo de síntese de ácidos graxos se inicia com o deslocamento ácido 4C (butiril-ACP) para a cisteína no β -cetoacil-ACP-sintase (KS) e outra molécula de malonil ACP resulta na adição de outros 2C. Um grupo malonil é ligado no grupo SH livre da fosfopanteteína da ACP. O ciclo continua múltiplas vezes adicionando a cada volta uma unidade acetato (2C) a partir de malonil-ACP até 16 ou 18C. O ACP é removido de ácidos graxos completos numa reação de terminação/redução (Figura 4).

Os ácidos graxos insaturados são formados a partir dos ácidos graxos saturados por desidrogenação enzimática. Pode-se observar que o ácido palmítico, produto final da síntese de ácidos graxos, pode ter sua cadeia carbônica alongada para ácido esteárico (Figura 5), por ação de enzimas denominadas alongases, que estão presentes na mitocôndria e no retículo endoplasmático. Para a transformação dos ácidos graxos saturados em insaturados a fim de suprir as necessidades do organismo, ocorre a dessaturação, reação catalisada pelas enzimas dessaturases ou acil-CoA dessaturases, as quais introduzem duplas ligações em ácidos graxos ligados à coenzima A, sendo que estas enzimas introduzem duplas ligações em posições específicas da cadeia do ácido graxo. No caso da introdução de uma dupla ligação no C9, a reação é catalisada pela enzima Δ^9 -dessaturase, a qual tem a capacidade de converter ácido palmítico (C16:0) em ác. palmitoléico (C16:1), e o esteárico (C18:0) em ácido oléico (C18:1). Nas plantas as novas duplas ligações são introduzidas no sentido do terminal metilo (COZZOLINO, 2009).

Figura 4 – Ciclo da biossíntese de AG**Figura 4- Ciclo da biossíntese de AG**

Fonte: Taiz et al. (2004).

A Figura 5 mostra onde ocorre a introdução da dupla ligação que irá transformar o ácido saturado palmítico no ácido monoinsaturado oléico.

Figura 5 - Biossíntese de ácido oléico a partir de ácido palmítico

Fonte: Coultate (2004).

A transformação do ácido palmítico em esteárico e posteriormente em oléico é realizada no estroma do cloroplasto. O mecanismo desta reação é através da eliminação *cis* dos dois átomos de carbono C₉-C₁₀ da estearil-tioéster e essa reação é catalisada pela estearoil-ACP dessaturase.

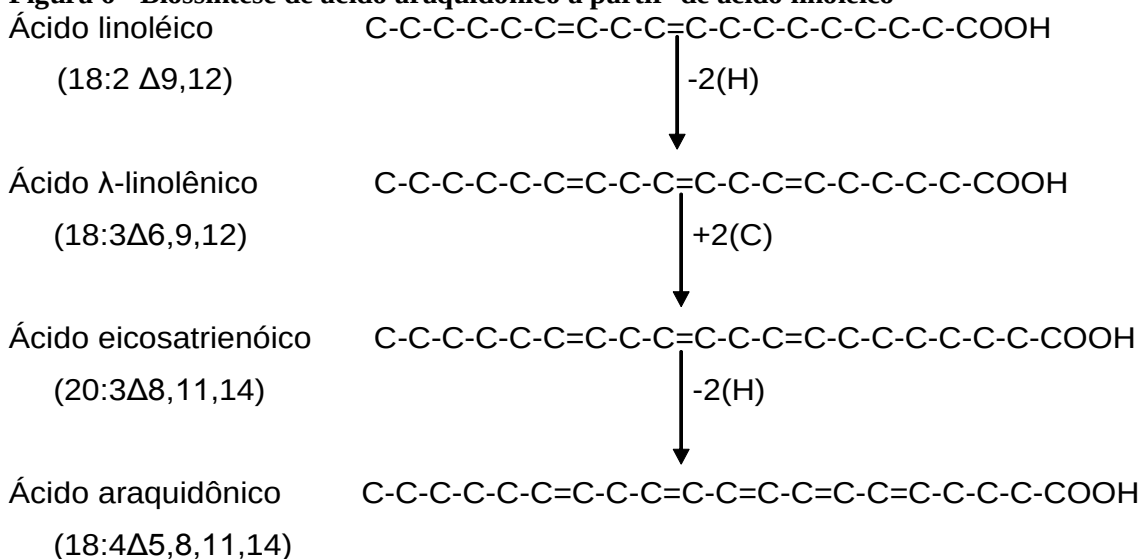
A partir do ácido oléico ocorrerá a síntese dos ácidos linoléico (C18:2) e linolênico (C18:3) (Figura 6), por uma série de dessaturações realizadas pelas enzimas Δ^6 e Δ^5 - dessaturases e de aumento do número de carbonos, realizado pelas enzimas alongases, localizadas no retículo endoplasmático e cloroplastos das células, que produzirão os ácidos graxos altamente poliinsaturados das séries $\omega 3$ e $\omega 6$ (COZZOLINO, 2009).

A Figura 6 mostra a introdução de insaturações na síntese de ácidos poliinsaturados a partir do ácido linoléico.

Uma variedade de ácidos graxos insaturados pode ser sintetizada por combinações das reações de alongamento e dessaturação. No entanto, uma vez que o palmítico é o ácido graxo mais curto disponível, alguns ácidos devem ser obtidos através da dieta, como o ácido linoleico, que deve ser obtido da dieta, sendo portanto um ácido graxo essencial (VOET; VOET, 2006).

A maior parte dos ácidos graxos sintetizados ou ingeridos pelos organismos seguem uma das duas vias que ocorrem nas membranas do retículo endoplasmático liso: incorporação em triglicerídeos para armazenamento de energia metabólica ou incorporação em fosfolipídeos componentes de membranas (BELTRÃO; OLIVEIRA, 2007).

Figura 6 - Biossíntese de ácido araquidônico a partir de ácido linoleico



Fonte: Coultate (2004).

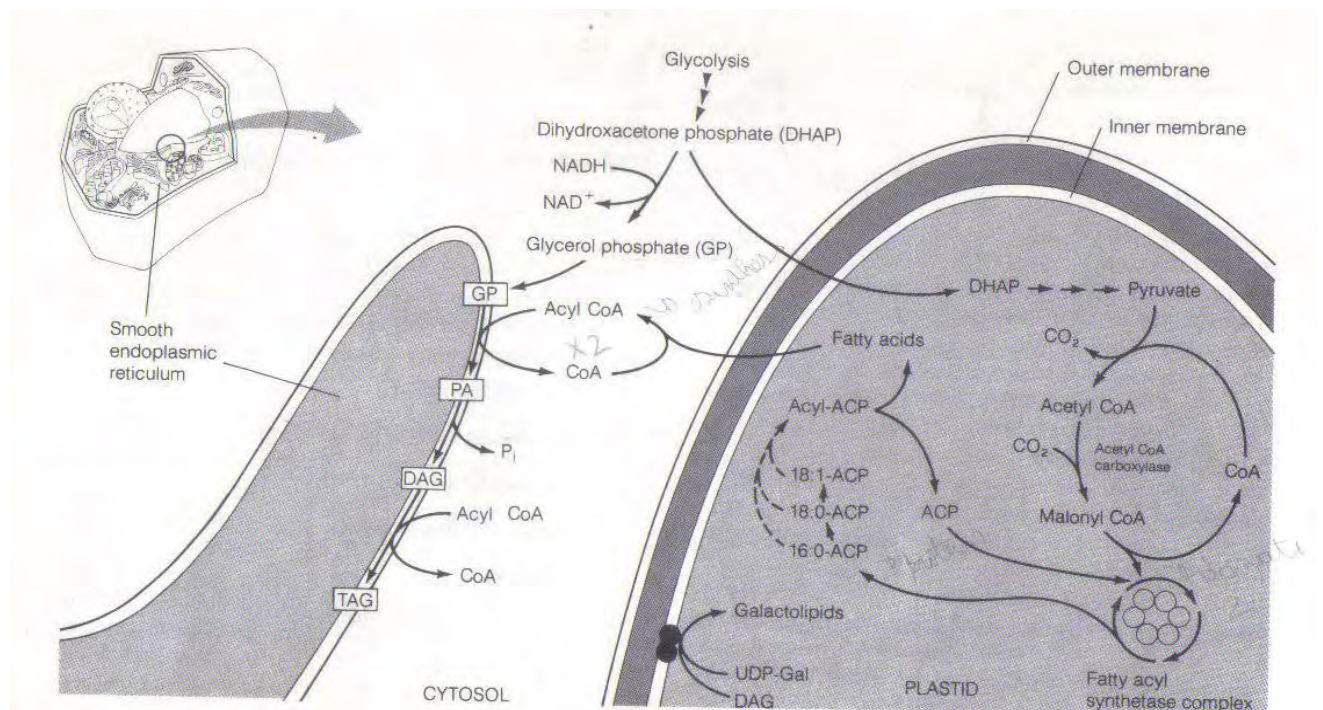
A Figura 7 mostra a formação dos triacilgliceróis a partir dos ácidos graxos liberados pelos plastídeos (cloroplastos) para o citosol e ativados pela Coenzima A, formando acil-CoA e nas membranas do retículo endoplasmático liso, ocorre a acilação dos grupos hidroxilas livres do glicerol-3-fosfato (derivado da redução do dihidroxiacetona fosfato, proveniente da glicólise) por duas moléculas do acil graxo CoA formando o ácido fosfatídico.

O ácido fosfatídico é hidrolisado pela ácido fosfatídico fosfatase liberando o fósforo e a via pode seguir para a formação do diacilglicerol e subsequentemente do triacilglicerol ou glicerofosfolipídeo (LEHNINGER, 2006).

No retículo endoplasmático, a medida que mais gorduras são adicionadas à estrutura da bicamada lipídica do retículo endoplasmático, esta intumescce até que um corpo lipídico maduro se solta, resultando em separação do oiossomo (TAIZ et al., 2004).

Segundo Taiz et al. (2004), a bioquímica da síntese de triacilglicerol em sementes oleaginosas é geralmente a mesma descrita para os glicerolipídeos. Ácido palmítico e ácido oléico-ACP são sintetizados nos plastídeos da célula e exportados como CoA tioésteres, para incorporação no diacilglicerol no retículo endoplasmático.

Figura 7 - Formação dos triacilgliceróis nos vegetais



Fonte: Taiz et al. (2004).

2.10 ÁCIDOS GRAXOS DE ÓLEOS DE AMÊNDOAS DE PALMEIRAS NATIVAS

Os óleos dos frutos de palmeiras nativas apresentam diferenças tanto de forma quantitativa quanto qualitativa, porém algumas semelhanças entre estes óleos podem ser observadas.

2.10.1 Coqueiro catolé (*Syagrus cearensis*)

O coco catolé apresenta 0,6 e 40 % de lipídeos na polpa e amêndoa, respectivamente. O óleo da amêndoa, fresco e bruto, não é acidificado, com índice de peróxido de 0,4 meq.1000g⁻¹, índice de saponificação igual a 226 mg.KOHg⁻¹ e o índice de iodo de 27,36 gI₂.100g⁻¹ (MOREIRA, 2000).

No óleo da amêndoa do coco catolé foi detectado 72,35 % de ácidos graxos saturados, sendo os principais em termos quantitativos: ácidos láurico (41,58 %), mirístico (9,68 %), palmítico (7,19 %) e o caprílico (5,32 %). Entre os ácidos graxos monoinsaturados (23,9 %), o predominante foi o ácido oléico (23,81 %), enquanto na fração poliinsaturada foi detectado apenas o ácido linoléico (3,59 %). A relação ácidos graxos insaturados/saturados no óleo da amêndoa do coco catolé foi de 0,4 % para a amêndoa. Esta relação indica que este óleo, mesmo sendo predominantemente saturado, pode ser utilizado em dietas de controle de colesterol sanguíneo, sob formas de margarinas, por exemplo (MOREIRA, 2000).

2.10.2 Macaíba (*Acronomia intumescens*)

A polpa que reveste as amêndoas dos cocos que a macaíba produz é frequentemente consumida fresca pelas populações locais, sendo, também, destinada à indústria de sabões, à alimentação, utilização em lampiões e na medicina caseira. O óleo obtido da amêndoa do fruto dessa palmeira é transparente e incolor, fino e comestível, além de apresentar boa rentabilidade, podendo substituir perfeitamente o azeite de oliva (MOREIRA, 2000).

Os principais ácidos graxos encontrados na amêndoa são: ácidos láurico (45,53 %), mirístico (10,62 %), palmítico (7,97 %), caprílico (5,61 %) e cáprico (4,9 %), totalizando 74,63 %. Assim, a fração lipídica dessa amêndoa está enquadrada no grupo dos ácidos láuricos, devido sua riqueza neste ácido graxo. Portanto, observa-se que existe uma semelhança entre os teores de ácido láurico do óleo das amêndoas do coco catolé e da macaíba, 41,58 % e 45,53 %, respectivamente. Na porção monoinsaturada da amêndoa se

sobressai o ácido oléico com 19,67 % do total de ácidos graxos monoinsaturados (MOREIRA, 2000), sendo este percentual, no entanto, mais baixo que o do coco catolé, mas igualmente predominante entre os ácidos monoinsaturados (MOREIRA, 2000).

O índice de acidez da amêndoa do fruto é 4,1 mgKOH.g⁻¹ e o índice de peróxido de óleos da amêndoa é 4,8 meq.1000g⁻¹. O óleo da amêndoa da macaíba apresenta índice de saponificação de 230 mg KOH.g⁻¹, índice de iodo de 24 gI₂.100g⁻¹ e densidade de 0,92 g.cm⁻³. O baixo índice de iodo e alto índice de saponificação do óleo dessa palmeira o caracterizam como triacilglicerol, de ácidos graxos saturados predominantemente de cadeia média e pequenas (MOREIRA, 2000).

2.10.3 Pupunha (*Bactris gasipaes*)

A pupunha, palmeira nativa da região amazônica, é a palmeira de maior importância econômica da América desde épocas pré-colombianas (MORA-URPI, 1993).

O óleo da polpa apresentou ácidos graxos saturados e insaturados, destacando-se os ácidos palmítico (29,30 %), palmitoléico (5,30 %), oléico (50,3 %), linoléico (12,5 %), linolênico (1,80 %) (HAMMOND, 1985).

O índice de acidez da amêndoa do fruto é de 2,2 mgKOH.g⁻¹. O índice de peróxido de óleo da amêndoa não foi detectado. A amêndoa do óleo de pupunha apresenta índice de saponificação de 172,30 mgKOH.g⁻¹ e índice de iodo de 5,00 gI₂.100g⁻¹. No óleo da amêndoa da pupunha, o ácido láurico representa 50,27 %, o oléico 10,61 % e o linoléico 4,5 %, respectivamente (MOREIRA, 2000).

2.10.4 Tucumã (*Astrocaryum vulgare*)

Palmeira de ocorrência no Norte e Nordeste do Brasil, Guianas, Peru, Venezuela e países vizinhos. O óleo de sua amêndoa apresenta alto teor de ácido láurico (49,0 %). Os ácidos caprílico (1,00 %), cáprico (4,00 %), mirístico (22,00 %), palmítico (6,00 %) e esteárico (2,00 %) foram detectados e, ainda, encontrou-se o ácidos insaturados oléico e linoléico com 13,00 e 2,00 %, respectivamente. Os baixos teores de ácidos graxos insaturados contribuem para uma vida de prateleira maior do óleo da amêndoa dessa palmeira (FIRESTONE, 1999).

Quanto às características físicas e físico-químicas do óleo da amêndoa do tucumã, o índice de acidez foi de 1,7 mgKOH.g⁻¹; o índice de peróxido 12,5 meq.1000g⁻¹, índice de saponificação de 231,4 mgKOH.g⁻¹ e índice de iodo de 0,7 gI₂.100g⁻¹ (MOREIRA, 2000).

2.10.5 Açaí (*Euterpe oleracea*)

A região amazônica apresenta grande quantidade de plantas perenes, com particular relevância para as espécies frutíferas, dentre as quais destaca-se o açaizeiro, cujo fruto, o açaí, é importante para o desenvolvimento da região amazônica (HORNSTRA, 1999).

O óleo de açaí apresentou elevado teor de ácidos graxos insaturados (68 a 71 %), que coloca esse fruto em uma condição atraente para o mercado de alimentos funcionais, que busca matérias-graxas ricas em ácidos graxos monoinsaturados como alternativas para elaboração de produtos mais saudáveis (HORNSTRA, 1999). O teor de ácidos graxos poliinsaturados no óleo de açaí foi inferior a 11 % (NASCIMENTO et al., 2008). Este resultado pode ser considerado bom, do ponto de vista da estabilidade do óleo, uma vez que esses ácidos graxos, devido a sua quantidade de duplas ligações, favorecem a oxidação dos lipídeos (CLEMENT; MORA-URPI, 1987).

Comparando a fração lipídica dos óleos vegetais descritos com a composição do óleo de oliva, segundo o recomendado pelo Codex Alimentarius (ácidos palmítico: 7,5-20 %; palmitoléico: 0,3-3,5 %; esteárico: 0,5-5,0 %; oléico: 55,0-83,05 %; linoléico: 3,5-21,0 %; linolênico: menor ou igual a 1,5 %.), verifica-se que o óleo do coco catolé atende as exigências dos ácidos graxos saturados (palmítico, esteárico e eicosanóico), porém não atende as recomendações dos ácidos graxos insaturados. Para o óleo da amêndoa da pupunha, a composição está próxima das recomendações do Codex Alimentarius para o azeite de oliva, com exceção do ácido oléico, cujo teor é bem menor. Portanto, os resultados das análises da fração lipídica realizadas com frutos oleaginosos revelam um considerável potencial nutricional, justificando aprofundamento nas pesquisas visando um melhor aproveitamento.

2.11 COMPOSTOS BIOATIVOS, ALIMENTOS FUNCIONAIS e ATIVIDADE ANTIOXIDANTE

2.11.1 Compostos Bioativos e Alimentos Funcionais

Os compostos bioativos são substâncias que mostram atividade biológica quando ingeridas, sendo encontrados em vários alimentos e de elevado interesse no setor de alimentos

funcionais. O termo alimentos funcionais é aplicado a produtos que contém componentes biológicos ativos (como peptídeos bioativos ou fitoquímicos) em níveis que podem conferir benefícios específicos à saúde (DCTA, 2009). O conceito de alimentos funcionais (AF) foi proposto inicialmente no Japão, em meados da década de 1980, e nos anos 90, recebeu a designação em inglês de FOSHU (foods for specified health use, alimentos para uso específico de saúde), referindo-se aos alimentos usados como parte de uma dieta normal que demonstram benefícios fisiológicos e/ou reduzem o risco de doenças crônicas, além de suas funções básicas nutricionais cujo princípio foi rapidamente adotado em outras partes do mundo. Entretanto, as denominações das alegações, bem como os critérios para sua aprovação variam de acordo com a regulamentação local ou regional (STRINGHETA et al., 2007).

A legislação brasileira não define alimento funcional, mas apenas alegação de propriedade funcional e alegação de propriedade de saúde, estabelecendo as diretrizes para sua utilização, assim como as condições de registro desses alimentos (COSTA; ROSA, 2010).

2.11.2 Radicais Livres e Antioxidantes

Os radicais livres são espécies reativas que contêm elétrons desemparelhados. Os radicais de oxigênio, como radical superóxido ($O_2^{\bullet-}$), o radical hidroxil ($OH^{\bullet}$), peróxido de hidrogênio (H_2O_2), oxigênio singlete ($^1O_2$) e outros radicais, que participam em processos oxidativos, são várias formas de espécies reativas de oxigênio que são gerados em muitos processos fisiológicos ou patológicos redox. Excesso de produção de radicais livres associados a baixos teores de vitaminas A, C e E e um nível reduzido das enzimas são fatores considerados contribuintes para o estresse oxidativo (VELLOSA et al., 2007). As espécies reativas de oxigênio e de nitrogênio, quando produzidas em níveis adequados desempenham funções essenciais relacionadas com a sinalização do ciclo celular, a defesa imunológica e a biológica reprodutiva. Os radicais livres estão envolvidas em mais de 100 doenças humanas, principalmente aquelas associadas ao envelhecimento, como diabetes, cardiomiopatias, câncer, doença de Alzheimer e catarata (COSTA; ROSA, 2010).

Os oxidantes biológicos têm sua síntese controlada por mecanismo endógenos e exógenos. Todavia, alguns fatores endógenos e exógenos resultam em danos oxidativos do ácido desoxirribonucléico (DNA), dos lipídeos e das proteínas (BIANCHI; ANTUNES, 1999). A supressão da formação de radicais livres pela quelação com metais e a eliminação desses radicais pelos denominados *scavengers* formam produtos menos reativos, o que evita danos e favorece o reparo molecular. Além do sistema de proteção endógeno, o consumo de

compostos bioativos pela dieta é um fator protetor adicional para se manter o equilíbrio do estado redox da célula. Este complexo sistema de proteção antioxidante, endógeno e exógeno, interage entre si e atua sinergicamente para neutralizar os radicais livres (COSTA; ROSA, 2010). Segundo Schneider (2005), várias classes de substâncias encontradas naturalmente nos alimentos atuam como antioxidantes no meio biológico, nos compartimentos hidrofílico e lipofílico. Entre esses compostos bioativos, estão os carotenóides, ácido ascórbico, tocoferóis, fenólicos e minerais como cobre, zinco, selênio, ferro e manganês, por participarem de estruturas enzimáticas que catalisam reações de oxirredução. Neste contexto, uma ampla definição de antioxidante é “qualquer substância que, presente em baixas concentrações quando comparada à concentração do substrato oxidável, atrasa ou inibe a oxidação desse substrato de maneira eficaz” (HALLIWELL; GUTTERIDGE, 1995).

Evidências epidemiológicas mostram associação inversa entre o consumo freqüente de frutas e hortaliças e o risco de doenças crônicas não transmissíveis, como as doenças cardiovasculares e os diversos tipos de câncer, o que pode ser explicado pelo efeito protetor dos antioxidantes contidos em tais alimentos (KIM et al., 2001; ESTRUCH et al., 2004).

2.11.3 Ácido Ascórbico

As vitaminas essenciais à saúde humana têm nas frutas e hortaliças as suas principais fontes. Dentre as vitaminas, destacam-se o ácido ascórbico (vitamina C), a pró-vitamina A, ácido pantotênico, a biotina, a riboflavina, a tiamina, o ácido fólico e o ácido nicotínico (JACOMINO, 2008).

A vitamina C é encontrado na quase totalidade das frutas e hortaliças. O ácido L-ascórbico é o principal composto, com 100% de atividade de vitamina C. O seu produto de oxidação, o ácido L-desidroascórbico (DHA) tem a mesma atividade biológica da vitamina C, mas é pouco estável. O termo vitamina C é usado para descrever genericamente todos os compostos que apresentam quantitativamente a atividade biológica do ácido ascórbico. Esta é uma vitamina hidrossolúvel, sintetizada por plantas e por quase todos os animais, exceto os humanos, os primatas, alguns roedores e pássaros. Assim, para esses, deve ser adquirida a partir da dieta (PENTEADO, 2003).

O ácido ascórbico encontra-se em tecidos vegetais na forma reduzida como ácido ascórbico, ou na forma oxidada, como ácido DHA, ambos com atividade vitamínica. No entanto, a degradação do DHA para ácido 2,3-dicetogulônico leva à perda da atividade biológica e esse, através de outras reações químicas, produz pigmentos escuros que depreciam

a aparência do produto (CHITARRA; CHITARRA, 2005). A vitamina C desempenha um papel crucial na nutrição humana na prevenção do escorbuto (JACOMINO, 2008), sendo o requerimento diário do homem com relação a esta vitamina é de cerca de 50 mg e muitos frutos contêm esta quantidade em até 300 mg.100g⁻¹ da massa fresca da polpa (BOAS, 1999).

O ácido ascórbico é um poderoso antioxidante, sendo usado para transformar os radicais livres de oxigênio em formas inertes e atua nas reações redox como transportador de elétrons para a cadeia respiratória, bem como, regenerando diferentes substratos de sua forma oxidada para a forma reduzida (CHITARRA; CHITARRA, 2005). Em função do seu elevado poder redutor, atua principalmente reduzindo metais de transição presentes nos locais ativos de enzimas ou nas formas livres no organismo. Em contrapartida, pode apresentar propriedades pró-oxidantes, induzindo indiretamente as reações de radicais livres (COSTA; ROSA, 2010), sendo também usado na síntese de alguns hormônios ou neurotransmissores. Assim, o ácido ascórbico é de grande importância na nutrição, na manutenção da saúde humana e na indústria de alimentos, onde é usada como aditivos em alimentos processados (PENTEADO, 2003).

2.11.4 Óleos e Ácidos Graxos

Atualmente, vários tipos de óleos têm sido considerados fonte de compostos bioativos e, portanto, com propriedades benéficas para a saúde. Evidências empíricas de pesquisadores da Universidade de Wake Forest, do Estado da Carolina do Norte, comprovaram a tese de pesquisa pela “The New England Journal of Medicine”, em 1995, de que o consumo de soja leva à diminuição dos níveis de colesterol no sangue, e na 38ª Conferência Anual sobre Doenças Cardiovasculares, Epidemiologia e Prevenção, foi divulgado o resultado de um estudo que comprova a propriedade da soja de reduzir o colesterol. Uma vez isolados e concentrados, alguns ingredientes ativos pertencentes aos óleos, podem ser utilizados para tratar uma série de doenças, desde a síndrome do cólon irritável até a doença hepática crônica¹, tornando-se claro o grande potencial de óleos vegetais com propriedades funcionais (TURATTI et al., 2002).

As propriedades físicas, químicas e nutricionais dos óleos dependem da natureza dos ácidos graxos que compõem o óleo. O perfil e o teor de ácidos graxos no óleo variam de acordo com a oleaginosa da qual foi extraído e até mesmo dentro de uma mesma espécie pode haver variações, a depender do clima e do solo. Cada ácido graxo apresenta propriedades específicas (CLEMENT; MORA-URPI, 1987) como o ácido linoleico que é um ácido graxo

poliinsaturado com propriedades hipocolesterolemiantes, estando também relacionado com a saúde cardíaca, além de participar das estruturas de membranas celulares, influenciar a viscosidade sanguínea, permeabilidade dos vasos, possuir ação anti-agregadora, melhorar a pressão arterial, reação antiinflamatória e auxiliar as funções plaquetárias (NORUM, 1992).

Também acredita-se que o ácido oléico ($\omega 9$), presente em concentrações superiores a 50% no azeite de oliva, produza uma ação benéfica na população residente na região do mar Mediterrâneo que, apresenta baixa incidência de doenças do coração, quando comparada com outras populações, apesar do consumo elevado de carboidratos e gorduras. Esta população consome habitualmente o azeite de oliva, comum na dieta mediterrânea (COZZOLINO, 2009).

2.12 ANÁLISE TÉRMICA

A estabilidade térmica é definida como a capacidade da substância em manter suas propriedades, durante o processamento térmico, o mais próximo possível de suas características iniciais, sendo um fator determinante na sua qualidade (MOTHÉ; AZEVEDO, 2002).

Nas últimas décadas, as técnicas termoanalíticas que auxiliam na análise da estabilidade térmica das substâncias adquiriram importância crescente em todas as áreas de conhecimento na química básica e aplicada. As indústrias de alimentos e farmacêuticas contribuíram por impulsionar a análise térmica, cujas técnicas são mais precisas e sensíveis que as convencionais e requerem menor quantidade de massa e os resultados são obtidos com maior rapidez (SOUZA et al., 2004).

Os métodos termoanalíticos vêm sendo comumente utilizados no controle de qualidade e na investigação da auto-oxidação de óleos e gorduras vegetais (RUDNIK et al., 2001).

A análise térmica consiste em um método utilizado para caracterizar a auto-oxidação de óleos e gorduras, cujas técnicas mais frequentemente utilizadas são a Termogravimetria (TG), Termogravimetria Derivada (DTG) e Análise Térmica Diferencial (DTA) (SOUZA, 2010).

A termogravimetria baseia-se no estudo da variação de massa de uma amostra, resultante de uma transformação física (sublimação, evaporação, condensação) ou química (degradação, decomposição, oxidação) em função do tempo ou da temperatura. A termogravimetria é uma técnica muito utilizada na caracterização do perfil de degradação de materiais graxos. A exposição à temperatura elevada pode alterar a estrutura química e, conseqüentemente, as propriedades físicas dos materiais. Portanto, a curva de degradação térmica, em condições não isotérmicas,

mostra o perfil da estabilidade térmica do material quando submetido a um gradiente de temperatura (MOTHÉ; AZEVEDO, 2002).

REFERÊNCIAS

ALVES, M. R. P.; DEMATTÊ, M. C. S. P. **Palmeiras: características botânicas e evolução**, Campinas/SP: Fundação Cargill, 1987.

AWAD, M. **Fisiologia pós-colheita de frutos**. São Paulo: Nobel, 1993.

BELTRÃO, N. E. de M.; OLIVEIRA, M. I. P. de. **Biossíntese e Degradação de Lipídios, Carboidratos e Proteínas em Oleaginosas**, Embrapa, Campina Grande, 2007.

BIANCHI, M. L. P., ANTUNES, L. M. G. Radicais livres e os principais antioxidantes da dieta, **Revista Nutrição**. Campinas, p. 123-130, 1999.

BLEINROTH, E. W. Manuseio e tratamento de pós-colheita da manga. In: DONADIO, L. C.; FERREIRA, F. R. **Anais do II simpósio sobre mangicultura**. Jaboticabal: FCAV-FUNEP, p. 171-184, 1989.

BOAS, E. V. B. V. **Aspectos fisiológicos do desenvolvimento de frutos**. Lavras: UFLA/FAEPE, 1999.

BOBBIO, F. O.; BOBBIO, P. A. **Introdução à Química de Alimentos**, Livraria Varela, São Paulo, 1995.

BONDAR, G. O. **Licurizeiro e suas potencialidades na economia brasileira**. Instituto Central de Fomento Econômico da Bahia, p. 2-18, 1938.

CABRAL, S. P.; PINHO, R. S.; FELIX, L. P.; HARAND, W. Palmeiras Nativas: Fontes promissoras para óleo vegetal. **II Seminário Biodiesel Fonte de Energias das Oleaginosas em Pernambuco**: Evolução do Cenário e Novas Perspectivas no Brasil. Universidade Federal Rural de Pernambuco, Recife, 2010.

CANDIDO, L. M. B. **Alimentos para fins especiais: dietéticos**. São Paulo: Varela, p. 259, 1995.

CARVALHO, L. F. M. **Fibras da palha de carnaúba: caracterização térmica e aplicação em compósitos**. Dissertação de Mestrado. Departamento de Química; Fundação Universidade do Piauí, Teresina, 2002.

CARVALHO, N. O. S.; PELACANI, C. R.; RODRIGUES, M. O. de S.; CREPALDI, I. C. Crescimento inicial de plantas de licuri (*Syagrus coronata*) em diferentes níveis de luminosidade. **Revista Árvore**, v. 30, n. 3, Viçosa, May/June, 2006.

CHITARRA, M. I. F.; CHITARRA, A. B. **Pós-colheita de Frutos e Hortaliças: fisiologia e manuseio**. 2. ed. Lavras: UFLA, 2005.

CÍRIO, G. M.; DONI, FILHO L.; MIGUEL, M. D.; MIGUEL, O. G.; ZANIN, S. M. W. Interrelação de parâmetros agrônômicos e físicos de controle de qualidade de *Maytenus ilicifolia*, Mart ex. Reiss (Espinheira-santa) como insumo para indústria farmacêutica **Revista Visão Acadêmica** n. 4, p. 67-76, 2003.

CLEMENT, C.R.; MORA-URPI, J.E. Pejibaye palm (*Bactris gasipaes*, *Arecaceae*): mult-use potential for the lowland humid tropics. **Economic Botany**, v.10. p. 302-311, 1987.

COSTA, N. M. B.; ROSA, C. de O. B. **Alimentos funcionais. Componentes bioativos e efeitos fisiológicos**. Rio de Janeiro : Editora Rubio, 2010.

COULTATE, T. P. **Alimentos: a química de seus componentes**. 3. ed. Editora Artmed, Porto Alegre, 2004.

COULTATE, T. P. **Manual de química e bioquímica dos alimentos**. 3. ed. Espanha : Editora Acribia, 2007.

COZZOLINO, S. M. F. **Biodisponibilidade de Nutrientes**. 3. ed. São Paulo: Manole, 2009.

CREPALDI, I. A.; ALMEIDA-MURADIAN, L. B.; RIOS, M. D. G; PENTEADO, M. V. C.; SALATINO, A. Composição nutricional do fruto de licuri, **Rev. Bras. Bot.**, v.24, n.2, São Paulo, p. 155-159, 2001.

DICIONÁRIO DE CIÊNCIA E TECNOLOGIA DE ALIMENTOS. Compilado e editado pelo Internacional Food Information Service, Ed. Roca, 525p., 2009.

DRUMOND, M. A. **Licuri *Syagrus coronata* (Mart.) Becc.** Petrolina: Embrapa semi-árido, 2007.

ESTRUCH, R.; SACANELLA, E.; BADIA, E.; ANTÚNEZ E.; NICOLÁS, J. M.; FERNÁNDEZ-SOLÁ, J.; ROTILIO, D.; GAETANO, G.; RUBIN, E.; URBANO-MÁRQUEZ, A. Different effects of red wine and gin consumption on inflammatory biomarkers of atherosclerosis: a prospective randomised crossover Trial. Effects of wine on inflammatory marker. **Atherosclerosis**, n. 175, p. 117-123, 2004.

FARIA, J. P.; ARELLANO, D. B.; GRIMALDI, R.; SILVA, L. C. R. da; VIEIRA, R. F.; SILVA, D. B. da; AGOSTINI-COSTA, T. da S. Caracterização química da amêndoa de coquinho-azedo (*Butia capitata* var *capitata*). **Revista Brasileira de Fruticultura**, v.30, n.2, Jaboticabal, jun. 2008.

FARIA, E. A de; LELES, M. I. G.; IONASHIRO, M.; Estudo da estabilidade térmica de óleos e gorduras vegetais por TG/DTG e DTA. **Eclética química**, , São Paulo, 2002. v.27

FIRESTONE, D. **Physical and chemical characteristics of oils, fats and waxes**. United States of America. AOCS, Press, 1999.

FOTO da Localização do Município de Buíque. Disponível em:<<http://it.wikipedia.org/wiki/Bu%C3%ADque>>. Acesso em: 08 fev. 2010.

GOMES, A. P. S.; RODAL, M. J. N.; MELO, A. L. Florística e fitogeografia da vegetação arbustiva subcaducifólia da Chapada de São José. Buíque, PE, Brasil. **Acta Botanica Brasilica** 20, p.37-48, 2006.

GURR, M. I. **Role of fats in food and nutrition**. 2. ed. London: Elsevier Sci. Publ. LTD,. 1995. 270p

GUTIÉRREZ, J. B. **Ciência bromatológica. Princípios Gerais dos alimentos**. Espanha, Editora Diaz de Santos, 2000.

HALLIWELL, B.; GUTTERIDGE, J. M. C. The definition and measurement of antioxidants in biological systems, **Free Rad Biot Med**, n.18. p. 125-126, 1995.

HAMMOND, E. G. Fatty acid composition and glyceride structure of mesocarp and keel oils of the pejibaye palm (*Bactris gasipaes* H. B. K.), Costa Rica: **Revista Biologia Tropical**. v. 30, n. 1, p. 91-93, 1985.

HART, J. K. The Lear's Macaw. In: ABRAMSON, J.; SPEER, B. L.; THOMSEN, J. B. **The large macaws**, Fort Bragg: Raintree publications, p. 468-483, 1995.

HORNSTRA, G. Lipids in functional foods in relation to cardiovascular disease, **Fett/Lipid**, Berlin, v. 101, n. 12, p. 456-466, 1999.

INSTITUTO BRASILEIRO DE GEOGRAFIA E ESTATÍSTICA (IBGE). Disponível em:<<http://www.ibge.gov.br/cidadesat/topwindow.htm?1>>. Acesso em: 23 nov. 2011.

INSTITUTO ADOLFO LUTZ. **Métodos físico-químicos para análises de alimentos**. 3. ed. 1. ed.digital. São Paulo: IAL, 2008.

JACOMINO, A. P.; ARRUDA, M. C. BRON, I. U.; KLUGE, R. A. In: KOBLITZ, M. G. B. (Coord.) **Bioquímica de Alimentos, Teoria e Aplicações Práticas**. Rio de Janeiro : Editora Guanabara Koogan, 2008. p. 154-189.

JARDIM, M. A. G.; STEWART, P. J. Aspectos etnobotânicos e ecológicos de palmeiras no Município de Novo Airão. Estado do Amazonas. Brasil, **Boletim do Museu paraense Emílio Goeldi** (Série botânica), Belém, 1994. (p. 69-76). v. 10.

JOHN, M. A.; DEY, P. M. Postharvest changes in fruit cell wall, **Advances in Food Research**, New York, v. 30, p. 139-185, 1986.

KAPSEU, C.; PARMENTIER, M. Fatty acids composition of some vegetables oils from Cameroon, **Science Aliments**, v. 17 (3), p. 325-331, 1997.

KAYS, S. J. **Postharvest physiology of perishable plant products**, New York: AVI Book, 1997.

KIM, M. K.; AHN, S. H.; KI, L. C. Relationship of serum α -tocopherol, carotenoids and retinol with the risk of breast cancer, **Nutr Res**, v.21:797-09, 2001.

LEHNINGER, A. L.; NELSON, D. L.; COX, M. M. **Princípios de Bioquímica**. Sarvier, 4. ed., 2006.

LEMBO, A., SARDELLA, A. **Química**, São Paulo, Editora Ática, 1977.

LIMA, L. C. de O. **Tecido esponjoso em manga Tommy Atkins: transformações químicas e bioquímicas no mesocarpo durante o armazenamento**, Tese de Doutorado em Ciência dos Alimentos. Universidade Federal de Lavras : Lavras, 1997.

LOPES, V. S. **Morfologia e fenologia reprodutiva do ariri (*Syagrus vagan* (Bondar) Hawkes) –Arecaceae - numa área de caatinga do município de Senhor do Bonfim-BA**, Dissertação de Mestrado. Programa de Pós-Graduação em Agronomia / Centro de Ciências Agrárias de Areia / Universidade Federal da Paraíba, 2007.

LORENZI, H. **Árvores Brasileiras. Manual de Identificação e Cultivo de Plantas Arbóreas Nativas do Brasil**, Editora Platarum : Nova Odessa, 1992.

MAHAN, L. K.; KRAUSE: **alimentos, nutrição e dietoterapia**, 8ª edição, São Paulo: Roca, 1994.

MARCATO, A. C.; PIRANI, J. R. Flora da Serra do Cipó, Minas Gerais: Palmae (*Arecaceae*), **Boletim de Botânica da Universidade de São Paulo**, v.19. São Paulo, p.45-54, 2001.

MEDEIROS-COSTA, J. T. **As palmeiras (Palmae) nativas em Pernambuco, Brasil**, Dissertação de Mestrado em Botânica. Universidade Federal Rural de Pernambuco : Recife, 1982.

MEDEIROS-COSTA, J. T. As espécies de palmeiras (*Arecaceae*) do Estado de Pernambuco, Brasil, p. 229-236, In: TABARELLI, M.; SILVA, J. M. C. **Diagnóstico da biodiversidade de Pernambuco**. Recife, SECTMA & Massangana, 2006.

MENEZES, J. B.; ALVES, R. E. **Fisiologia e tecnologia pós-colheita do pedúnculo do caju**, (EMBRAPA-CNPAT. Documentos, 17). Fortaleza: EMBRAPA-CNPAT, 1995.

MINISTÉRIO DA INTEGRAÇÃO NACIONAL. Cartilha **Nova delimitação do semi-árido brasileiro**, Brasília/DF, 2005.

MORA-URPI, J. Diversidad genética Del pejobaye. II Origen y evolution. In. **IIV Congreso Internacional sobre Biología, Agronomía e Industrialización**, 1993.

MOREIRA, R. V. R. **Estudos sobre a composição de frutos de algumas variedades de palmeiras e caracterização do seu óleo e proteínas**. Universidade Federal da Paraíba, Curso de Pós-graduação em Ciências e Tecnologia de Alimentos, Dissertação defendida para obtenção do grau de mestre. 2000.

MORETTO, E.; FETT, R. **Tecnologia de óleos e vegetais na indústria de alimentos**, São Paulo: Livraria Varela, 1998.

MOTHÉ, C. G.; AZEVEDO, A. D. **Análise térmica de materiais**. São Paulo: iEditora, 2002. NASCIMENTO, R. J. S. do; COURI, S.; ANTONIASSI, R.; FREITAS, S. P. Composição em ácidos graxos do óleo da polpa de açaí extraído com enzimas e com hexano, **Revista Brasileira de Fruticultura**, v.30, n.2, junho, 2008.

NOBLICK, L. R. Palmeiras das caatingas da Bahia e suas potencialidades econômicas, In: SIMPÓSIO SOBRE A CAATINGA E SUA EXPLORAÇÃO RACIONAL. Feira de Santana. **Anais...** Feira de Santana: UEFS, p.99-115, 1986.

NOGUEIRA, D. H. **Qualidade e potencial de utilização de frutos de genótipos de carnaubeira (*Copernicia prunifera*) oriundos do estado do Ceará**, Dissertação de Mestrado. Programa de Pós-Graduação em Agronomia da Universidade Federal da Paraíba. Areia, 2009.

NORUM, K. R. Dietary fat and blood lipids, **Nutrition Review**, v.50, p.430-37, 1992.
OLIVEIRA, U. R. ; SANTO, F. da S. do E. SANTO; ALVAREZ, I. A. *Syagrus coronata* (Mart.) Becc. (*Arecaceae*): **Exploração econômica X Conservação**, 60º Congresso Nacional de Botânica, Feira de Santana/BA, 28 de junho a 03 de julho de 2009.

PALERMO, J. R. **Bioquímica da Nutrição**. Atheneu, São Paulo, 2008.

PENTEADO, M. de V. C. **Vitaminas**: Aspectos nutricionais, bioquímicos, clínicos e analíticos, Editora Manole : Barueri/SP, 2003.

PITTMAN, T. **The parrots societyuk**. Disponível em:<www.theparrotsocietyuk.org/clm.htm>. Acesso em: 18 ago. 2007.

POMERANZ, Y. **Functional properties of food components**. 2. ed. San Diego: Academy Press, California, 1991.

RAVEN, P. H.; EVERT, R. F.; EICHHORN. **Biologia Vegetal**. 7. ed. Guanabara Koogan,, 2007.

REID, M. S. Maturation and maturity indices. In: KADER, A. A. **Postharvest technology of horticultural crops**, 3ª edição, California: University of California, p. 55-62, 2003.

ROMBALDI, C. V.; SILVA, J. A.; LUCCHETTA, L.; ZANUZZO, M. R.; NEVES, L. C. Biotecnologia aplicada à conservação e à qualidade de frutos, In: NEVES, L. C. *et al.* **Manual pós-colheita da fruticultura brasileira**. Editora da Universidade Estadual de Londrina : Londrina, 2009.

RUDNIK, E.; SZCZUCINSKA, A.; GWARDIAK, H.; SZULC, A.; WINIARSKA, A. Comparative Studies of oxidative stability of linseed oil, **Thermochem Acta**, v. 370, n.1-2, 2001.

RUFINO, M. U. de L.; COSTA, J. T. de M.; SILVA, V. A. da; ANDRADE, L. de H. C. Conhecimento e uso do ouricuri (*Syagrus coronata*) e do babaçu (*Orbignya phalerata*) em Buíque, PE, Brasil, **Acta Botânica Brasilica**, v. 22, n.4, p.1141-1149, 2008.

SANTORO, U.; KUBO, K.; OTA, T.; TADAHIRO TADOKORO. T.; MAEKAWA, A. Nutrient composition of *kopyor* coconuts (*Cocos nucifera* L.), **Food Chemistry**, Berking, v. 51, n. 2, p. 299-304, 1996.

SCHNEIDER, C. Chemistry and biology of vitamin E, **Mol Nutr Food Res**, v. 49, p.7-30, 2005.

- SILVA, A. G. M. E. **Caracterização bioquímica de amêndoas cruas e torradas de chichá (*Sterculia striata*)**, Dissertação apresentada no Programa em Pós-Graduação em Ciência e Tecnologia de Alimentos, Universidade Federal de Goiás, 2009.
- STRINGHETA, P. C.; VILELA, M. A. P.; OLIVEIRA, T. T.; NAGEM, T. G. **Alimentos Funcionais – conceitos, contextualização e regulamentação**. Juiz de Fora: Templo, 2007. p.246.
- TAIZ, L.; ZEIGER, E. **Fisiologia Vegetal**, Artmed, 3ª edição, Porto Alegre, p.251-282, 2004.
- SOUZA, A. G.; OLIVEIRA SANTOS, J. C.; CONCEIÇÃO, M. M.; DANTAS SILVA, M. C.; PRASSAD, S. A Thermoanalytic and kinetic study of sunflower oil, **Brazilian Journal of Chemical Engineering**. v. 21, n. 2, 2004.
- TASSARA, H. **Frutas no Brasil**, São Paulo : Empresa das Artes, 1996.
- TUCKER, G. A. Introduction. In: SEYMOUR, G. B.; TAYLOR, J. E.; TUCKER, G. A. **Biochemistry of fruit ripening**. London: Chapman & Hall, p. 1-51, 1993.
- TURATTI, J. M. ; GOMES, R. A. R.; ATHIÉ, I. LIPÍDEOS: Aspectos Funcionais e Novas Tendências. **Instituto de Tecnologia de Alimentos**, Campinas, S. P., 78p, 2002.
- VELLOSA, J. C. R.; BARBOSA, V. de F.; KHALIL, n. m.; SANTOS, V. A. de F. F. M.; FURLAN, M.; BRUNETTI, I. L.; OLIVEIRA, O. M. M. de F. Profile of *Maytenus aquifolium* action over free radicals and reactive oxygen species, **Rev. Bras. Cienc. Farm.** v. 43, n.3, São Paulo, July/Sept. 2007.
- VIETMEYER, N.D. Lesser known plants of potential use in agriculture and forestry, **Science** v. 232, p.1379-1384, 1986.
- VOET, D.; VOET, J. G. **Bioquímica**, Porto Alegre, Artmed, p. 909-969, 2006.
- WATSON, L.; DALLWITZ, M. J. **The families of flowering plants: descriptions, illustrations, identification, and information retrieval**, 19ª versão, 1999.

**EVOLUÇÃO DA QUALIDADE DA POLPA DE FRUTOS DE
GENÓTIPOS DE LICURIZEIRO (*Syagrus coronata*) DURANTE A
MATURAÇÃO**

CAPÍTULO 2

**EVOLUÇÃO DA QUALIDADE DA POLPA DE FRUTOS DE GENÓTIPOS DE
LICURIZEIRO (*Syagrus coronata*) DURANTE A MATURAÇÃO¹**

KATIA ELIZABETH DE SOUZA MIRANDA², SILVANDA DE MELO SILVA³,

RESUMO- O objetivo deste trabalho foi avaliar a qualidade de frutos do licurizeiro durante a maturação de cachos colhidos de diferentes genótipos. O fruto inteiro foi avaliado quanto a massa fresca, comprimento e diâmetro, e a polpa quanto aos sólidos solúveis (SS), acidez titulável (AT), relação SS/AT, pH, umidade, cinzas, proteínas, lipídeos, açúcares solúveis totais, açúcares redutores, fibras e amido. Os dados foram submetidos às análises de variâncias e as médias ao teste de Scott-Knott à 5% de probabilidade. Realizou-se ainda a Análise de Regressão e a de Componentes Principais para os parâmetros físicos. As dimensões do fruto aumentaram durante a maturação. A polpa do licuri é fonte expressiva de açúcares solúveis e fibras.

Termos para indexação: licuri, polpa, fruto inteiro, desenvolvimento de fruto, fibra.

QUALITY EVOLUTION OF FRUIT PULP FROM LICURI TREE (*Syagrus coronata*) GENOTYPES DURING MATURATION

ABSTRACT- The objective of this study was to evaluate the quality of the licuri tree fruit during maturation, from clusters harvested from different genotypes. The whole fruits were evaluated for fresh weight, length, and diameter, and the pulp for soluble solids (SS), titratable acidity (TA), SS/TA ratio, pH, moisture, ashes, proteins, lipids, total soluble sugars, reducing sugars, fiber, and starch. Data were submitted to analysis of variance and the means to the Tukey test at 5% probability, and Principal Component Analysis. Fruit dimensions increased during maturation. The pulp of licuri is a significant source of soluble sugars and fiber.

Index Terms: licuri, pulp, whole fruit, fruit development, fiber.

² M.Sc., Prof. IFBA e UNEB, Doutoranda do PPGCTA/CT/UFPB, João Pessoa – PB, CEP: 58051-900. E-mail: kemiranda@ig.com.br.

³ PhD, Universidade Federal da Paraíba/DCFS/CCA, Campus de Areia/PB, Caixa Postal 04, CEP 58397-970, Areia-PB. E-mail: silvasil@cca.ufpb.br

INTRODUÇÃO

O Brasil, como um país tropical, apresenta uma enorme diversidade de palmeiras nativas, da família *Arecaceae* (RUFINO et al., 2008). Assim, o licurizeiro (*Syagrus coronata*) é uma das principais palmeiras de ocorrência no Semiárido, sendo um elemento reconhecido na paisagem da Caatinga. Essa palmeira é encontrada desde Pernambuco até o sul da Bahia, passando pelo Sertão e determinando, como limite para a sua ocorrência espontânea, o Vale do Jequitinhonha, em Minas Gerais. Devido a sua resistência e por florescer e frutificar por longo período do ano, o licurizeiro é fundamental provedor de recursos para a subsistência do homem na sua zona de ocorrência (HENDERSON; MEDEIROS-COSTA, 2006; QUEIROGA et al., 2010).

Esta palmeira é totalmente aproveitável e seu fruto, o licuri, se desenvolve em cachos, subdividido em amêndoa e polpa, que é muito consumido (DRUMOND, 2007). O conhecimento da composição nutricional dos alimentos consumidos no Brasil é fundamental na avaliação da disponibilidade de nutrientes e o seu consumo por populações, além de verificar a adequação nutricional da dieta, bem como no planejamento agropecuário e na indústria de alimentos (LIMA et al., 2007). Assim, a identificação do ponto de colheita de um fruto é crucial não apenas para seu adequado aproveitamento como fonte de nutrientes, mas também para definir sua utilização, visto que quando é colhido precocemente, não consegue atingir a máxima qualidade e quando colhidos tardiamente, podem antecipar a senescência (CHITARRA; CHITARRA, 2005). Por sua vez, a determinação do ponto de colheita pode se basear nas alterações da coloração ou na composição durante a maturação do fruto (ROMBALDI et al., 2009), sendo, no caso do fruto do licurizeiro, uma estratégia de agregação de valor à espécie (CREPALDI et al., 2001).

Assim, o objetivo deste trabalho foi avaliar a evolução da qualidade dos frutos do licurizeiro em suas porções (fruto inteiro e polpa).

MATERIAL E MÉTODOS

Os cachos de frutos do licurizeiro avaliados foram colhidos entre 2009-2010, de quarenta e cinco genótipos de ocorrência natural, numerados de G1 à G45, de cinco

propriedades rurais do município de Buíque-PE (08°37'23"S-37°09'21"O). Do genótipo G1 foram colhidos inflorescência, flores e frutos para identificação da planta, a qual foi tombada no Herbário Jaime Coelho de Moraes, do Centro de Ciências Agrárias da Universidade Federal da Paraíba (UFPB), Areia-PB, sob o número 16.496, como *Syagrus coronata*. O experimento foi realizado no Laboratório de Análises Químicas e Bioquímicas de Alimentos da UFPB, em João Pessoa-PB.

Os cachos de frutos foram colhidos manualmente em sete estádios de maturação, adotando-se como critério mais de 80% da coloração predominante. Cachos foram colhidos dos genótipos G1, G2 e G3 na coloração amarelo palha, ainda inflorescência (estádio AP); dos genótipo G4, G5 e G6 cachos com frutos de coloração amarelo brilhante, ainda sem apresentar polpa e amêndoa definidas (estádio AB); dos genótipo G7, G8, e G9 cachos com frutos no início da pigmentação marrom, com endosperma líquido (estádio PM); dos genótipos G10, G11e G12 frutos com coloração verde claro e com as extremidades marrons, endosperma líquido (estádio VC); dos genótipos G13, G14 e G15 cachos com frutos de coloração verde escuro com extremidades marrons, e endosperma pastoso (estádio VE); dos genótipos G16, G17, G18, G22, G23, G24, G28, G29, G30, G34, G35, G36, G40, G41, G42, cachos com frutos amarelo claro com extremidades marrons, com forte aderência ao cacho (estádio AC), polpa fibrosa amarelada e amêndoa de coloração branca; e dos genótipos G19, G20, G21, G25, G26, G27, G31, G32, G33, G37, G38, G39, G43, G44, G45, cachos na coloração laranja com traços amarelos e extremidades marrons que já estavam sendo liberados dos cachos (estádio LA) (Figura 1 e Tabela 1).

No laboratório, cachos dos respectivos genótipos foram selecionados por maturidade, sendo para as determinações físicas utilizados 40 frutos de cada cacho colhido de três genótipos (1 cacho/genótipo), num total de 120 frutos. As determinações do comprimento (do ápice à base) e diâmetro (região equatorial do comprimento), com paquímetro digital Kanon, e da massa fresca, com balança analítica Shimatzu Ay220, foram realizadas individualmente em cada fruto inteiro.

Para as físico-químicas, foram utilizados cachos de frutos colhidos de três genótipos para os estádios AP, AB, PM, VC, VE, e quinze genótipos/ estádio para os AC e LA. Frutos inteiros (estádios AP, AB e PM) foram triturados, e os dos estádios

VE, VC, AC e LA foram descascados e despulpados manualmente, sendo utilizadas três repetições (500g/rep) por estágio. As avaliações de umidade, pH, acidez titulável (AT) e sólidos solúveis (SS), foram realizadas imediatamente. Para as cinzas, lipídeos, proteínas, açúcares solúveis totais (AST), açúcares redutores (AR), fibras e amido, foram utilizadas amostras armazenadas a -20°C. As características avaliadas foram: **AT**, por titulometria com solução de hidróxido de sódio 0,1M; **pH** em pHmetro Quimis Q-400A; **SS**, por refratômetro Hand Refractometer a 20°C; relação SS/AT, todos conforme AOAC (2005), O fruto inteiro (estádios AP, AB, PM) e a polpa (estádios VE, VC, AC, LA) foram avaliados quanto a: **Umidade**, através do resíduo seco a 105°C até peso constante em estufa Fanem, Orion 515; **Cinzas**, por gravimetria por obtenção do resíduo mineral fixo à 550°C, em mufla Digimed 1200°C; **Lipídeos**, por gravimetria, pelo método de Soxhlet, utilizando extrator Marconi MA – 487; **Proteínas**, pelo método de Kjeldahl, com digestor Tecnal TE007 MP e destilador Tecnal TE – 036-1; **Fibras brutas**, todos de acordo com a AOAC (2005). Os açúcares solúveis totais foram medidos pelo método de antrona e os açúcares redutores e amido pelo método do ácido dinitrosalicílico, por espectrofotometria (Quimis UV2102PC), conforme Nogueira et al. (2009).

O delineamento experimental foi do tipo inteiramente ao acaso. Para as avaliações físicas, utilizou-se 40 frutos de 3 genótipos totalizando 120 frutos/estádio, avaliados individualmente. Para as análises físico-químicas utilizou-se três repetições de 500g/genótipo/estádio. Os resultados foram submetidos à análise de variância (ANOVA) e as médias dos tratamentos comparadas pelo Scott-Knott, considerando 5% de probabilidade de erro. Realizou-se ainda a Análise de Regressão e outra de Componentes Principais para os parâmetros físicos dos frutos nos sete estádios de maturação, usando SPSS Professional Statistics.

RESULTADOS E DISCUSSÃO

Licuri com coloração amarelo palha (AP) estava na fase de inflorescência e os de coloração amarelo brilhante (AB) e no início da pigmentação marrom (PM) não apresentam ainda porções definidas. Licuri com coloração verde claro (VC),

1 apresentava polpa e endosperma líquido e os com coloração e verde escuro (VE)
2 apresentava polpa e endosperma pastoso. A maturidade do licuri foi caracterizada pela
3 coloração amarelo claro (AC), com fruto fortemente aderido ao cacho, polpa fibrosa
4 amarelada e amêndoa de coloração branca, com as porções bem definidas, enquanto os
5 frutos com coloração laranja com traços amarelos (LA) já apresentavam abscisão
6 espontânea dos cachos. Neste estudo, o licuri na maturidade apresentava um exocarpo
7 (envoltório do fruto) liso, mesocarpo (polpa) fibrosa e mucilagínosa, endocarpo
8 (envoltório da amêndoa) duro e espesso, e contendo uma única amêndoa revestida por
9 um tegumento marrom (película da amêndoa) (Figura 2). No entanto, Lopes (2007)
10 descreveu o fruto do licurizeiro como formado por três camadas: o exocarpo, o
11 mesocarpo e o endocarpo, com a cavidade contendo uma única amêndoa comestível.

12 Na Figura 3 observa-se as evoluções da massa, comprimento e diâmetro em
13 relação aos estádios de maturação, tais evoluções geraram regressões estatísticas com
14 equações do tipo cúbica, todas com probabilidades de erros inferiores a 1 %, dentro de
15 intervalos de confiança (95 %) próximos às curvas médias. Tais resultados inferem
16 que os sete estádios, aqui determinados, representam com fidedignidade os diferentes
17 pontos de maturação do licuri. Neste contexto, a massa fresca evoluiu com o avanço
18 da maturação, mas atingiu um platô a partir do estágio AC.

19 A massa fresca mais elevada foi de 6,85 g, no estágio AC, próximo ao
20 reportado por Neto et al. (2009), para licuri maduros de coloração “amarela e
21 alaranjada”. As mudanças fenotípicas de coloração durante a maturação é uma das
22 características mais associadas ao ponto de colheita e maturidade para consumo
23 (BORGES et al., 2010). A massa correlaciona-se bem com o tamanho do produto e
24 constitui uma característica varietal. Ao atingirem o pleno desenvolvimento, as frutas
25 devem apresentar massa variável dentro dos limites típicos da cultivareis (CHITARRA
26 & CHITARRA, 2005), sendo uma característica importante dentre os aspectos físicos,
27 no entanto, não é essencial para o mercado de frutos frescos, visto que o consumidor
28 visa outras singularidades, tais como: aparência externa, cor, firmeza, aroma e sabor
29 (AGUIAR et al., 2008). O comprimento do fruto aumentou à medida que a maturação
30 avançava, mas declinou ao final da maturação. O diâmetro aumentou
31 progressivamente com a evolução da maturação. Assim, o licuri apresentou tendência

à homogeneidade para a massa fresca, comprimento e diâmetro, correlacionados com a coloração na maturação. Portanto, essas diferenças entre os estádios reforçam a ideia que a cor pode ser considerada uma referência confiável na discriminação dos estádios de maturação do licuri. Entretanto, esses índices podem variar entre as espécies, local de cultivo, cultivares e condições climáticas da região (CARVALHO et al, 2006). O menor valor de comprimento dos frutos foi de 8,56 mm no estádio AP e o maior foi de 29,05 mm, no estádio VE. O menor diâmetro foi de 6,04mm no estádio AP, e o maior para o estádio AC, que foi 20,77 mm. O comprimento e o diâmetro dão ideia do formato do fruto (CHITARRA; CHITARRA, 2005). Para o licuri deste estudo, a relação entre o diâmetro e o comprimento para os estádios AC e LA indicou um formato ovalado, que foi classificado como drupa oval-elipsoide (RUFINO et al. (2008), sendo na maturidade próximos aos reportados por Neto et al. (2009), respectivamente, entre 26,9-30,1 e 20,3-24,5 mm, em frutos de coloração “amarela e alaranjada”, cuja variabilidade é dependente não apenas do estádio de maturação, mas também das plantas avaliadas (LOPES, 2007), como mais amplamente demonstrado neste estudo. Henderson e Medeiros -Costa (2006) estudaram as dimensões de frutos de palmeiras do gênero *Syagrus* na América do Sul, e as do Brasil, a guariroba (*Syagrus oleracea*); coco-babão (*Syagrus picrophylla*); coco de vassoura (*Syagrus petraea*); acumã (*Syagrus flexuosa*); coco de raposa (*Syagrus harleyi*); ariri (*Syagrus microphylla*); da Colômbia e Venezuela foram avaliados o coquito (*Syagrus orinocensis*) e sarare (*Syagrus sancona*); do Paraguai e Bolívia o yatay-mi (*Syagrus campylospatha*) e corocito (*Syagrus cardenasii*); e das Guianas, o curua rana (*Syagrus inajaí*), reportando que o comprimento e diâmetro do licuri é próximo ao dos frutos dessas palmeiras, exceto para a guariroba, coco-babão e curua rana, que são maiores.

A Análise de Componentes Principais formou agrupamentos entre genótipos pelas semelhanças dentre os atributos físicos (Figura 4). Os genótipos com frutos de maiores dimensões, dos estádios de maturação mais avançados apresentaram-se mais próximos aos pontos dos comprimentos, diâmetro e massa. O primeiro componente principal (Dimensão 1) explicou 92,12% da variabilidade dos dados nos 45 genótipos analisados, composto pela massa fresca, comprimento e diâmetro, que apresentaram alta correlação entre si. Pela formação dos grupos pode-se observar que os genótipos

G1, G2, G3 se uniram pela similaridade entre massa fresca, comprimento e diâmetro. No caso do genótipo G4, este se uniu ao grupo pelo diâmetro menor. Os grupos G7, G8, G9 e G10, G11 e G12 apresentam de forma homogênea suas características, sendo estes grupos pertencentes aos estádios de maturação de pigmentação marrom (PM) e verde claro (VC), respectivamente. Os genótipos G13, G14, G15 são do mesmo estádio de maturação, verde escuro (VE), portanto com os mesmos atributos físicos, que estão unidos pela similaridade com os genótipos do estádio amarelo claro (AC). Os G31, G32, G33, G37, G38, G39, G43, G44, G45 estão inseridos no grupo dos frutos maduros, estádio laranja com traços amarelo claro (LA), com similares atributos físicos, estando inseridos neste grupo os genótipos G34 e G36, do estádio AC.

Em licuris inteiros, com porções dos frutos ainda não definidas (estádios AP, AB e PM), os sólidos solúveis (SS) e o pH não diferiram, mas a acidez titulável (AT) e relação SS/AT sim, entre genótipos. Frutos dos estádios VC e VE, já com polpa e amêndoas definidas, porém com endosperma ainda líquido, diferiram quanto aos SS e pH. A AT e relação SS/AT diferiram entre genótipos e estádios de maturação (Tabela 1). Na maturidade, os genótipos nos estádios AC e LA co relação aos SS, AT, SS/AT e pH(Tabela 2). Comparando os estádios AC e LA, os SS e o pH aumentaram, sendo no LA próximo a polpa do bacuri (AGUIAR et al., 2008), a AT não diferiu e a relação SS/AT aumentou (Tabela 2), evidenciando polpa mais palatável no estádio LA.

A composição do fruto para os estádios pré-maturos (estádios AP, AB e PM), em geral, não diferiu entre genótipos, mas sim entre os estádios de maturação (Tabela 3). A umidade diferiu entre estádios, aumentando no PM, que também teve maior teor de cinzas, sendo as proteínas superiores no estádio AB, mas os lipídeos não diferiram nestes estádios. Por outro lado, para frutos com porções bem definidas (VC e VE), o amido e fibras aumentaram com o avanço da maturação (Tabela 3), como para açaí (RUFINO et al., 2011).

Na maturidade (estádios AC e LA) a polpa do licuri apresenta conteúdos significativos de cinzas, açúcares e fibra. A composição da polpa na maturidade diferiu entre os genótipos, sendo esta variabilidade decorrente da propagação seminífera, impondo grande heterogeneidade nos atributos de qualidade, conforme Marcato e Pirani (2006) e Rufino et al. (2008). A composição da polpa também diferiu

entre estádios de maturação (Tabela 4), de modo que a umidade, cinzas, e fibras diminuíram, lipídeos, AST, AR aumentaram, com valores superiores aos da polpa do coquinho-azedo (LIMA et al., 2008), enquanto que proteínas e amido não diferiram.

CONCLUSÕES

A coloração do fruto de licuri é um bom indicativo para o ponto de colheita, sendo a maturidade, no estágio amarelo claro (AC), o mais adequado para a colheita.

O licuri apresenta homogeneidade nas características físicas do fruto, mas difere entre genótipos e entre estádios de maturação nas demais características da polpa.

A polpa do licuri apresenta conteúdos expressivos de açúcares solúveis e fibras, podendo ser utilizada para elaboração de produtos buscando uma dieta saudável.

AGRADECIMENTOS

Ao PIQDTec/CAPES pela Bolsa ao primeiro autor e ao CNPq pelo apoio financeiro.

REFERÊNCIAS

- AGUIAR, L.P.; FIGUEIREDO, R.W.; ALVES, R.E.; MAIA, G.A.; SOUZA, V. A. B. Caracterização física e físico-química de frutos de diferentes genótipos de bacurizeiro (*Platonia insignis* Mart.), **Ciência e Tecnologia de Alimentos**, v. 28, n. 2, 2008.
- AOAC. **Official Methods of Analysis of the Association of Analytical Chemists International**, 18. edição. Gaithersburg: AOAC, 2005.
- BORGES, K.C.F.; SANTANA, D.G.; MELO, B.; SANTOS, C.M. Rendimento de polpa e morfometria de frutos e sementes de pitangueira-do-cerrado, **Revista Brasileira de Fruticultura**, v. 32, n. 2, p. 471-478, 2010.
- CARVALHO, N. O. S.; PELACANI, C. R.; RODRIGUES, M. O. de S.; CREPALDI, I. C. Crescimento inicial de plantas de licuri (*Syagrus coronata*) em diferentes níveis de luminosidade, **Revista Árvore**, v. 30, n. 3, p. 155-159, 2006.
- CHITARRA, M. I. F.; CHITARRA, A. B. **Pós-colheita de Frutos e Hortalças: fisiologia e manuseio**. 2. ed. Lavras: UFLA, 2005.
- BARRY, C.S.; GIOVANNONI, J.J. Ethylene and fruit ripening. **Journal of Plant Growth Regulation** v. 26, p.143–159, 2007.

- DRUMOND, M. A. Licuri *Syagrus coronata* (Mart.) Becc., Petrolina: **Empresa Brasileira de pesquisa Agropecuária, Embrapa semi-árido**, setembro, 2007.
- HENDERSON, A., MEDEIROS-COSTA, J. T. Arecaceae. In: BARBOSA, M. R. V.; SOTHERS, C.; MAYO, S.; GAMARRA-ROJAS, C. F.; L.; MESQUITA, A. C. de (Org.). **Checklist das plantas do Nordeste brasileiro: angiosperma e gymnospermas**, Brasília : Ministério de Ciências e Tecnologia, 2006, 186p.
- LOPES, V. S. **Morfologia e fenologia reprodutiva do ariri (*Syagrus vagan* (Bondar) Hawkes)-ARECACEAE- numa área de caatinga do município de Senhor do Bonfim-BA**, Dissertação de Mestrado em Agronomia. Centro de Ciências Agrárias, Universidade Federal da Paraíba (UFPB). Areia, 2007.
- MARCATO, A. C.; PIRANI, J. R. Flora de Grão-Mogol, Minas Gerais: Palmae (Arecaceae), **Boletim de Botânica da Universidade de São Paulo**, São Paulo, v. 24, p. 1-8, 2006.
- NETO, R. J. G.; CARVALHO, A. S.; JESUS, D. S.; DUARTE, F.J. B.; VELOSO, M. C. C. Extração e caracterização do óleo da amêndoa do licuri (*Syagrus coronata*) **32ª Reunião da Sociedade Brasileira de Química**. Fortaleza, 2009.
- NOGUEIRA, D. H.; LIMA, J.R.; ALVES, R.E. Produção de Geléia à Base de Frutos de Carnaubeira, Fortaleza: **Empresa Brasileira de Pesquisa Agropecuária, Embrapa Agroindústria Tropical**, dezembro, 2009.
- OLIVEIRA, U. R.; SANTO, F. S. E; ALVAREZ, I. A. *Syagrus coronata* (Mart.) Becc. **(ARECACEAE): EXPLORAÇÃO ECONÔMICA X CONSERVAÇÃO**, 60º Congresso Nacional de Botânica, Feira de Santana, 2009.
- QUEIROGA, R.C.E; MAIA, M.O.; MEDEIROS, A.N.; COSTA, R.G.; PEREIRA, R.A.G.; BONFIM, M.A.D. Produção e composição química do leite de cabras mestiças Moxotó sob suplementação com óleo de licuri ou mamona. **Revista Brasileira de Zootecnia**, v.39, n.1, p.204-209, 2010.
- ROMBALDI, C. V.; SILVA, J. A.; LUCCHETTA, L.; ZANUZZO, M. R.; NEVES, L. C. Biotecnologia aplicada à conservação e à qualidade de frutos. In: NEVES, L. C. et al. **Manual Pós-colheita da Fruticultura Brasileira**. UEL: Londrina, p.15-57, 2009.
- RUFINO, M. U. L.; COSTA, J. T. M.; SILVA, V. A.; ANDRADE, L. de H. C. Conhecimento e uso do ouricuri (*Syagrus coronata*) e do babaçu (*Orbignya phalerata*) em Buíque, PE, Brasil, **Acta Botânica Brasilica**, v. 22, n.4, p. 1141-1149, 2008.
- RUFINO, M.S.M.; PÉREZ-JIMÉNEZ, J.; ARRANZ,S.S., ALVES, R.E.: BRITO, E.S.; OLIVEIRA, M.S.P.; SAURA-CALIXTO, F. Açaí (*Euterpe oleraceae*) ‘BRS Pará’: a tropical fruit source of antioxidant dietary fiber and high antioxidant capacity oil. **Food Research International**, v.44, p. 2100-2106, 2011.

TABELAS

Tabela 1 - Classificação dos estádios de maturação de frutos do licuri, de acordo com aspectos físicos e Tabela de Munsell para tecidos vegetais

Estádios de maturação	Pigmentação aparente		Cor MBC*	
1	AP	Amarelo claro	2,5Y	8/4
2	AB	Amarelo brilhante	2,5Y	5/4
3	PM	Início da pigmentação marrom	2,5Y	5/4
4	VC	Pigmentação predominante verde claro com extremidades marrons	2,56Y	7/4
5	VE	Pigmentação predominante verde escuro com extremidades marrons	2,5GY	7/4
6	AC	Pigmentação predominante amarelo claro com extremidades marrons	2,5GY	8/10
7	LA	Pigmentação predominante laranja com e extremidades marrons	2,5GY	8/12

*Conforme Munsell Book of Color (MUNSELL, 1976)

Tabela 2 - Sólidos solúveis (SS), acidez titulável (AT), relação SS/AT e pH do licuri inteiro (LI) colhido nos estádios amarelo palha (AP), amarelo brilhante (AB) início da pigmentação marrom (PM), e da polpa (P) do verde claro (VC) e verde escuro (VE)

Estádios	Genótipos	Características			
		SS	AT	SS/AT	pH
	LI	(%)	(%)		
AP	G1	3,6a	0,25a	14,23a	5,76a
	G2	3,7a	0,25a	14,80a	5,74a
	G3	3,8a	0,25a	15,43a	5,77a
Média		3,70A	0,25A	14,82A	5,76C
±EP		0,07	0,01	0,42	0,04
CV (%)	LI	3,12	3,77	4,87	1,08
AB	G4	2,1a	0,13a	16,37a	6,71a
	G5	2,0a	0,13a	15,38a	6,81a
	G6	2,33a	0,15a	15,79a	6,80a
Média		2,14C	0,14B	15,85A	6,77A
±EP		0,09	0,01	1,51	0,04
CV (%)	LI	7,29	10,91	16,52	0,92
PM	G7	2,7a	0,25a	10,80a	5,93b
	G8	2,9a	0,24a	12,11a	6,28a
	G9	2,4a	0,25a	9,73a	6,28a
Média		2,67B	0,25A	10,88B	6,16B
±EP		0,10	0,01	0,44	0,04
CV (%)	Polpa	6,50	3,59	6,92	1,10
VC	G10	2,3a	0,06b	40,89a	7,47b
	G11	2,5a	0,10a	24,28b	7,87a
	G12	2,1a	0,09a	22,58b	7,80a
Média		2,30α	0,08β	29,25α	7,71α
±EP		0,11	0,01	1,94	0,05
CV (%)	Polpa	8,33	11,84	11,47	1,11
VE	G13	1,63a	0,20a	8,41a	5,80a
	G14	1,8a	0,16b	11,04a	6,01a
	G15	1,67a	0,17b	10,00a	6,10a
Média		1,70β	0,18α	9,82β	5,97β
±EP		0,17	0,01	1,05	0,08
CV (%)		17,54	4,95	18,47	2,39

Médias seguidas de letras iguais, minúsculas (genótipos), maiúsculas (estádio de fruto inteiro) e gregas (polpa) não diferem pelo teste de Scott-Knott a 5% de probabilidade; N (repetições/ genótipo)= 3, Média / estágio n=9.

Tabela 3 - Sólidos solúveis (SS), acidez titulável (AT), relação SS/AT e pH da polpa de licuri nos estádios amarelo claro (AC) e laranja com traços amarelos (LA)

Estádios									
AC					LA				
Genótipos	SS	AT	SS/AT	Ph	Genótipos	SS	AT	SS/AT	pH
	(%)	(%)				(%)	(%)		
G16	13,00a	0,96a	13,59a	4,40e	G19	12,50a	0,95d	13,16i	4,08e
G17	12,70b	0,97a	13,16b	3,64f	G20	12,30d	0,88e	14,03h	4,42d
G18	12,5b	0,96a	13,07b	3,63f	G21	12,70c	0,76h	16,64d	4,55c
G22	10,80c	0,96a	11,21c	5,11d	G25	25,50a	1,04c	24,60a	4,41d
G23	10,20d	0,97a	10,55d	5,10d	G26	25,50b	1,07b	23,53b	4,39d
G24	10,10d	0,96a	10,52d	5,90a	G27	25,10b	1,12a	22,41c	4,44d
G28	4,00j	0,96a	4,17l	5,74b	G31	12,03e	0,95d	12,71j	5,05a
G29	4,40i	0,96a	4,60k	5,45c	G32	12,40d	0,88e	14,33h	5,04a
G30	4,23i	1,00a	4,23l	5,47c	G33	11,80f	0,76h	15,99e	5,92b
G34	8,43f	0,96a	8,75g	5,52c	G37	11,60f	0,79g	14,75g	4,18e
G35	8,50f	0,93b	9,17f	5,46c	G38	12,10e	0,82f	14,82g	4,12e
G36	8,90e	0,91b	9,82e	5,53c	G39	11,90e	0,81f	14,75g	4,13e
G40	6,00h	0,96a	6,23j	5,74b	G43	12,00e	0,79g	15,19f	5,10a
G41	6,10h	0,93b	6,58i	5,45c	G44	12,10e	0,82f	14,82g	4,99b
G42	6,30g	0,91b	6,95h	5,47c	G45	12,00e	0,81f	14,87g	4,92b
Média	8,41B	0,95A	8,84B	5,17A		14,74A	0,88A	16,40A	4,58B
±EP	0,07	0,01	0,11	0,05		0,07	0,01	0,10	0,04
CV (%)	1,43	1,80	2,13	1,55		0,81	0,97	1,03	1,57

Médias seguidas de letras minúsculas (genótipos) e maiúsculas (estádios) iguais não diferem pelo teste de Scott-Knott, a 5% de probabilidade; N (repetições/genótipo)= 3, Média (estádio) n=45.

Tabela 4 - Composição do fruto do licurizeiro inteiro (LI), colhido nos estádios amarelo palha (AP); amarelo brilhante (AB); pigmentação marrom (PM), e da polpa no verde claro (VC) e verde escuro (VE)

Características									
		Umidade	Cinzas	Proteínas	Lipídeos	AST	AR	Amido	Fibras
Estádios	Genótipos	(%)	(%)	(%)	(%)	(%)	(%)	(%)	(%)
	LI								
AP	G1	68,78a	2,36a	3,92a	0,7b	2,63b	1,24a	7,38a	13,33b
	G2	68,3b	2,2a	3,71b	0,74b	2,8a	1,23a	7,38a	14,04a
	G3	68,02c	2,25a	3,68b	0,81a	2,39c	1,13a	7,18b	14,09a
	Média	68,37B	2,27B	3,77C	0,75B	2,61A	1,20A	7,31B	13,82A
	±EP	0,01	0,05	0,03	0,02	0,04	0,05	0,03	0,07
CV(%)	LI	0,03	3,97	1,28	3,72	2,81	7,97	0,71	0,84
AB	G4	66,73a	2,66a	5,23b	0,93a	1,99a	0,71a	8,68a	12,41a
	G5	66,22b	2,49a	5,91a	0,97a	1,82b	0,67a	8,68a	12,60a
	G6	66,76a	2,32a	5,96a	0,82a	1,72c	0,68a	8,73a	12,79a
	Média	66,57C	2,49A	5,70^a	0,90A	1,84B	0,69B	8,70A	12,60B
	±EP	0,01	0,10	0,01	0,05	0,02	0,01	0,12	0,14
CV(%)	LI	0,03	7,26	0,44	8,93	2,88	3,52	2,35	1,90
PM	G7	76,90a	1,85a	4,19b	0,43b	1,91a	1,03b	4,7b	8,18b
	G8	76,91a	1,58b	4,25b	0,68a	1,85b	1,41a	4,7b	8,41b
	G9	75,93b	1,77a	4,45a	0,77a	1,82b	1,25a	4,81a	8,88a
	Média	76,58A	1,73C	4,30B	0,63C	1,86B	1,23A	4,74C	8,49C
	±EP	0,01	0,03	0,02	0,03	0,02	0,05	0,02	0,07
CV (%)	Polpa	0,03	3,24	0,77	8,98	1,70	6,80	0,60	1,45
VC	G10	77,52a	2,13a	3,30c	0,2b	1,49a	0,64a	4,8a	8,75a
	G11	76,69c	1,98a	3,98a	0,2b	1,43b	0,47a	4,57a	8,2b
	G12	76,85b	2,04a	3,76b	0,24a	1,42b	0,51a	4,57a	8,22b
	Média	77,08A	2,05B	3,68A	0,21A	1,45A	0,54B	4,65B	8,39B
	±EP	0,01	0,03	0,01	0,01	0,02	0,05	0,80	0,11
CV (%)	Polpa	0,03	2,72	0,27	6,15	2,13	16,10	3,10	2,20
VE	G13	74,99c	2,2a	2,96a	0,1c	1,4a	0,55a	7,19a	9,45a
	G14	75,28a	2,1a	2,78b	0,17a	1,56a	0,67a	7,12a	9,39a
	G15	75,11b	2,25a	2,07c	0,13b	1,51a	0,64a	7,13a	9,11b
	Média	75,13B	2,18A	2,60B	0,13B	1,49A	0,62A	7,15A	9,32A
	±EP	0,02	0,07	0,03	0,01	0,04	0,06	0,03	0,07
CV (%)		0,05	5,66	1,52	7,57	4,18	17,66	0,79	1,27

Médias seguidas de letras minúsculas (genótipos) e maiúsculas (estádios) iguais não diferem pelo teste de Scott-Knott, a 5% de probabilidade; N (repetições/genótipo)= 3; Média /estádio n=9.

Tabela 5 - Composição da polpa de frutos do licurizeiro nos estádios de maturação amarelo claro (AC); laranja com traços amarelos (LA), com extremidades marrons

		Características							
Estádio	Genótipo	Umidade (%)	Cinzas (%)	Proteínas (%)	Lipídeos (%)	AST (%)	AR (%)	Amido (%)	Fibras (%)
AC	G16	75,20f	1,36d	1,15a	1,07b	10,61a	8,62a	2,90e	6,52b
	G17	76,25e	1,44d	1,14a	1,11b	10,35b	9,53b	2,90e	6,46b
	G18	76,02e	1,50c	1,00b	1,18a	10,19b	8,62c	2,94e	6,84 ^a
	G22	80,13c	1,95a	0,99b	0,98c	8,62c	6,91d	3,39d	4,48e
	G23	80,06c	1,70b	0,99b	0,97c	8,78c	6,80d	3,68c	4,49e
	G24	80,24c	1,88a	1,00b	0,92d	8,65c	6,68e	3,89b	4,76d
	G28	81,54a	1,77b	0,97b	0,85e	4,90h	3,90i	3,61c	5,70c
	G29	80,45c	1,70b	1,01b	0,84e	4,68i	3,87i	3,84b	5,84c
	G30	80,78b	1,52a	1,00b	0,88d	4,59i	3,52j	3,71c	4,77d
	G34	75,17f	1,48c	0,86c	0,78f	7,06f	6,35f	3,85b	3,76g
	G35	74,62g	1,55c	0,84c	0,72g	7,83d	6,41f	3,99b	3,56g
	G36	74,78g	1,54c	0,97b	0,71g	7,42e	6,08g	4,54a	4,13f
	G40	80,10c	1,07e	0,87c	0,70g	5,82g	4,45h	2,71f	6,35b
	G41	80,24c	1,47d	0,85c	0,80e	5,00h	4,37h	2,73f	6,59b
	G42	79,53d	1,44d	0,81c	0,71g	5,19h	4,34h	2,03g	5,77c
Média		78,34A	1,56A	0,96A	0,88B	7,31B	6,10B	3,38A	5,33A
±EP		0,13	0,03	0,02	0,02	0,09	0,05	0,05	0,10
CV(%)		0,29	3,47	3,63	3,06	2,15	1,33	2,67	3,17
LA	G19	74,93e	1,78b	1,05c	1,40c	11,63d	11,01d	4,43b	3,81d
	G20	74,21f	1,85a	1,03d	1,33e	11,36e	10,97d	4,21c	4,33b
	G21	73,04g	1,76b	0,98d	1,30f	12,33c	10,90d	4,81a	4,48a
	G25	66,42k	1,55e	1,19b	0,76l	21,33a	12,00c	2,03j	3,50e
	G26	67,11j	1,42d	1,27a	0,78l	20,71b	12,47b	1,92k	3,42e
	G27	70,01h	1,35e	1,12b	0,92i	20,44b	12,73a	2,10j	3,64d
	G31	76,96d	1,20f	0,75f	1,36d	10,72f	8,25h	2,83i	4,60a
	G32	76,63d	1,22f	0,62g	1,39c	10,00g	8,13h	2,97h	4,40a
	G33	74,77e	1,19f	0,65g	1,25g	10,82f	8,89g	3,11g	4,80a
	G37	69,58h	1,30e	0,94e	1,70a	10,20g	7,80i	3,87d	4,22b
	G38	68,97i	1,29e	1,07c	1,22h	10,02g	8,12h	3,52f	3,93c
	G39	68,83i	1,25f	0,90e	1,47b	10,25g	8,30h	3,72e	4,60a
	G43	78,13c	1,07g	1,01d	0,81k	11,14e	10,74e	3,56f	3,76d
	G44	79,20b	1,18f	1,16b	0,86j	11,24e	10,58e	3,65f	2,60d
	G45	79,88a	1,22f	1,00d	0,93i	11,47d	9,45f	3,58f	2,90f
Média		73,25B	1,37B	0,98A	1,16A	12,91A	10,02A	3,35A	3,93B
±EP		0,22	0,02	0,02	0,01	0,10	0,07	0,04	0,10
CV(%)		0,52	2,71	3,28	1,43	1,36	1,17	2,11	4,34

Médias seguidas de letras minúsculas (genótipos) e maiúsculas (estádios) iguais não diferem pelo teste de Scott-Knott, a 5% de probabilidade; N (repetições/genótipo)= 3; Média/estádio (n=45).

FIGURAS

Figura 1 - Evolução do desenvolvimento da maturação de frutos de licurizeiro (*Syagrus coronata*) colhidos em sete estádios de maturação



Figura 2 - Seção transversal do fruto do licurizeiro, identificando a sua anatomia e porções, conforme consumido pela população e sequência de avaliação neste trabalho

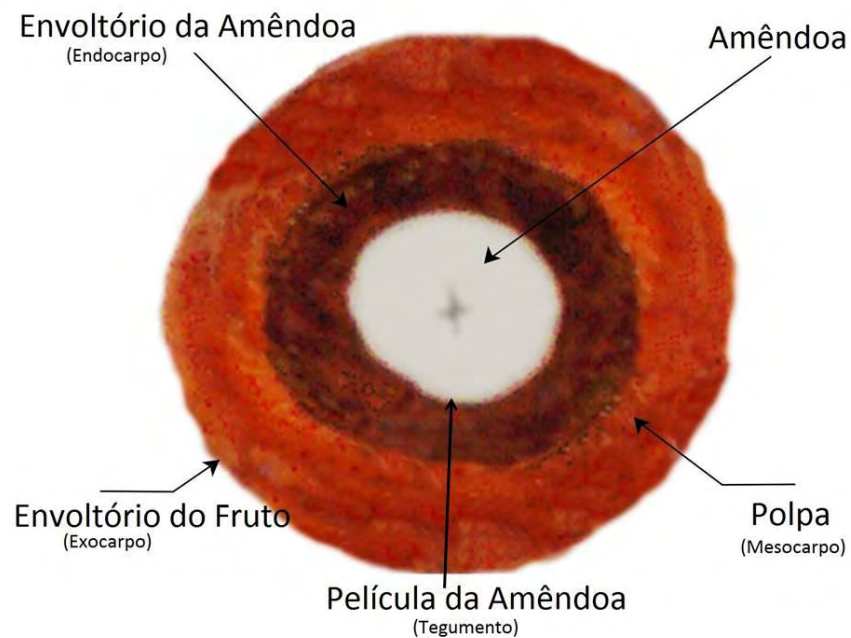
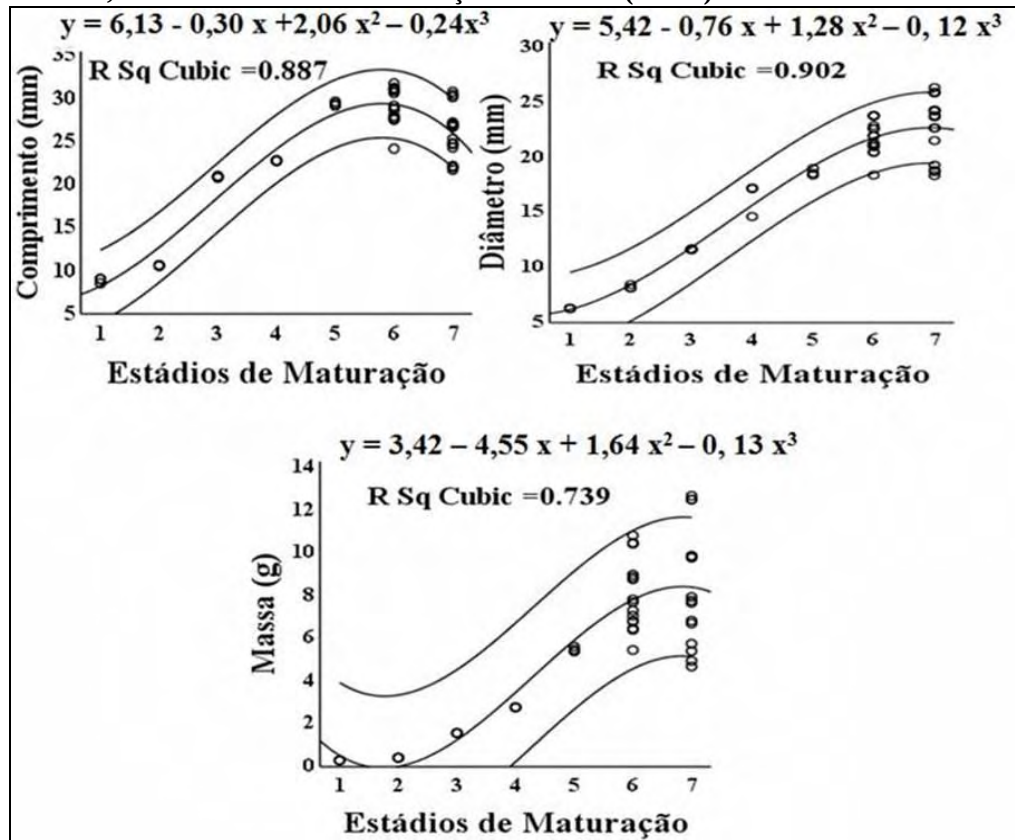
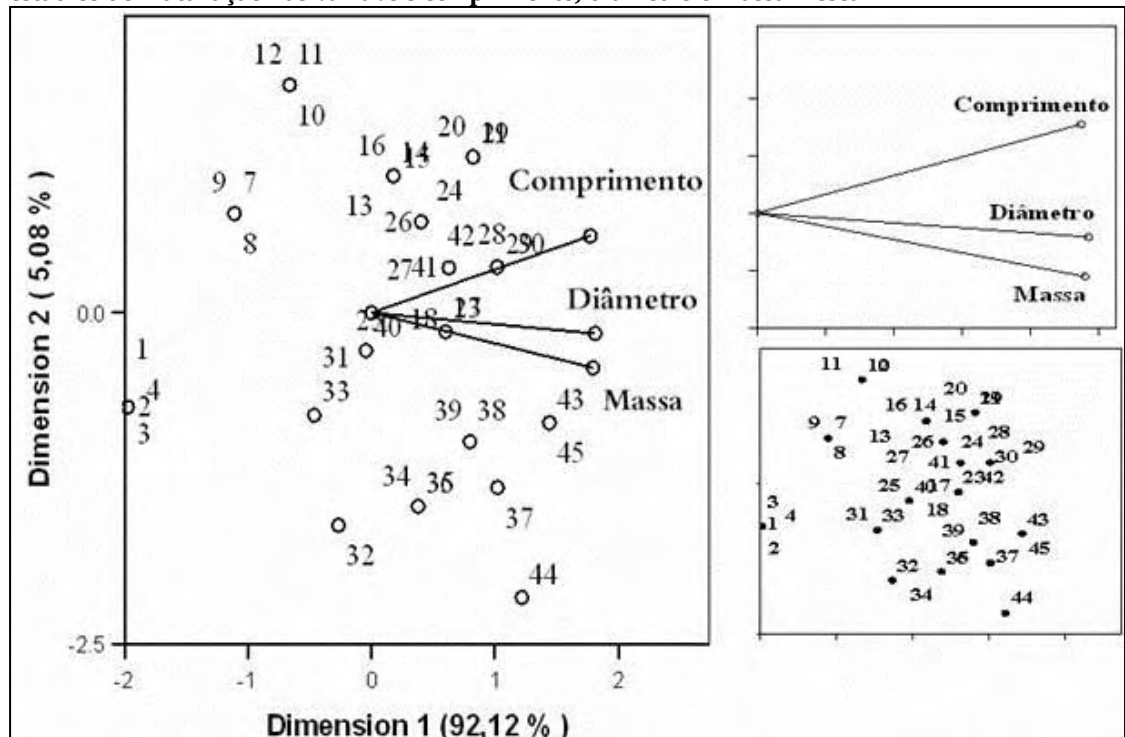


Figura 3 - Curvas de Regressão, equações cúbicas, probabilidades de erro (p) e Limites de Intervalo de Confiança (95 %) para a evolução do (A) comprimento, (B) massa e (C) diâmetro, dentre os estádios de maturação dos frutos. (n=120)



Estádios de maturação: amarelo palha - AC (1) amarelo brilhante-AB (2); início da pigmentação marrom- PM (3); verde claro e com as extremidades marrons- VC (4); verde escuro com extremidades marrons- VE (5); amarelo claro com extremidades marrons- AC (6); laranja com traços amarelo e extremidades marrons- LA (7).

Figura 4 - Análises de componente principais para 45 genótipos de licurizeiros avaliados em sete estádios de maturação nas variáveis comprimento, diâmetro e massa fresca



**QUALIDADE DE AMÊNDOAS DE FRUTOS COLHIDOS NA
MATURIDADE DE GENÓTIPOS DO LICURIZEIRO (*Syagrus coronata*)**

CAPÍTULO 3

1 **Relevância**

2

3 O licurizeiro (*Syagrus coronata*), palmeira do Semiárido, é fundamental para a

4 subsistência do homem nas áreas de ocorrência por se caracterizar como um vegetal

5 totalmente aproveitável, cujo fruto, o licuri, é amplamente consumido pela população,

6 sendo também uma das principais fontes de alimentos para animais silvestres, como a

7 arara-azul-de-Lear, ameaçada de extinção. Apesar de sua importância socioeconômica,

8 informações aprofundadas sobre a qualidade do licuri são escassas. Estudos da

9 qualidade da sua amêndoa possibilitará ampliar sua utilização, agregar valor a

10 produção e aumentar a renda da população da Caatinga.

12 **Relevance**

13

14 The licuri tree (*Syagrus coronata*), palm tree of the Semi-Arid, is critical to the

15 survival of man in the areas of occurrence since it is characterized as a fully usable

16 plant, whose fruit, the licuri, is widely consumed by the population, and is also a major

17 source of food for wildlife such as blue macaw of Lear, an endangered species.

18 Despite its socioeconomic importance, deep information on the quality of licuri are

19 scarce. Studies of the quality of its nut will allow its use to expand, add value to

20 production, and increase income of the population of the Caatinga.

TITLE OF THE MANUSCRIPT

Quality of nut from fruit harvested in the maturity from genotypes of the licuri tree (*Syagrus coronata*)

Qualidade de amêndoas de frutos colhidos na maturidade de genótipos do licurizeiro (*Syagrus coronata*)

PÁGINA DE AUTORIA

KATIA ELIZABETH DE SOUZA MIRANDA¹

SILVANDA DE MELO SILVA²

Qualidade de amêndoas de frutos colhidos na maturidade de genótipos do licurizeiro (*Syagrus coronata*)

Resumo

O objetivo deste trabalho foi avaliar a qualidade de amêndoas oriundas de frutos de cachos do licurizeiro (*Syagrus coronata*) colhidos em dois estádios de maturação de 30 genótipos de ocorrência espontânea. Nas amêndoas do fruto do licurizeiro, o licuri, foram avaliados comprimento, massa fresca, diâmetro, pH, acidez titulável (AT), sólidos solúveis (SS), relação SS/AT, umidade, cinzas, proteínas, lipídeos, açúcares solúveis totais, açúcares redutores, amido e fibras, as quais apresentaram ampla variabilidade na maioria das características avaliadas, com exceção de genótipos da

¹ M.Sc., Prof. do IFBA e UNEB e Doutoranda do PPGCTA/CT/UFPB, Cidade Universitária, João Pessoa – PB, CEP: 58051-900. E-mail: kemiranda@ig.com.br.

² PhD, Universidade Federal da Paraíba/DCFS/CCA, Campus de Areia/PB, Caixa Postal 04, CEP 58397-970, Areia-PB. Telefone (083) 3362-2300 - E-mail: silvasil@cca.ufpb.br

mesma localidade. As dimensões do endocarpo declinaram com a maturidade. As amêndoas caracterizam-se como fonte expressiva de lipídeos, proteínas e fibras.

Palavras-chave: Licuri, estádios de maturação, variabilidade, lipídeos, proteínas.

Abstract

The objective of this study was to evaluate the quality of nuts originating from clusters of fruit of the licuri tree (*Syagrus coronata*) harvested in two maturity stages from 30 genotypes of spontaneous occurring plants. Nuts from the fruit of licuri tree, the licuri, were evaluated for length, fresh weight, diameter, pH, titratable acidity (TA), soluble solids (SS), SS/TA ratio, moisture, ashes, proteins, lipids, soluble sugars, reducing sugars, starch, and fiber, which showed wide variability in the most features, except for genotypes from the same locality. The dimensions of the endocarp declined with the maturity. Nuts of licuri are characterized as a significant source of lipids, proteins, and fiber.

Keywords: Licuri, maturity stages, variability, lipids, proteins

TÍTULO EM INGLÊS

Título para Cabeçalho: **Quality of licuri nuts**

Quality of nut from fruit harvested in the maturity from genotypes of the licuri tree (*Syagrus coronata*)

1 INTRODUÇÃO

2

3 O Brasil, em função da sua localização geográfica e dimensão territorial, possuem uma
4 das maiores reservas de espécies nativas do mundo, com importantes centros de
5 diversidade genética (GIACOMETTI, 1993; VIEIRA, 1996). Nesse contexto, na flora
6 nativa brasileira, existem algumas espécies ainda pouco estudadas, mas com
7 potencialidades para o mercado de amêndoas (SOUZA et al., 2008). O licurizeiro
8 (*Syagrus coronata*) é uma das principais palmeiras nativas do Brasil, inserida na
9 região de clima semiárido, pertencente ao bioma caatinga (TASSARA, 1996).

10 O licurizeiro, de ocorrência espontânea no município de Buíque (08°37'23"S-
11 37°09'21"O), Estado de Pernambuco, embora floresça e frutifique durante todo o ano,
12 apresenta maior produção entre os meses de janeiro a maio. Entretanto parece que o
13 pico de floração desta palmeira é específico em cada área de ocorrência, estando este
14 fenômeno, certamente, relacionado aos índices pluviométricos, constituindo-se em
15 importante fator para produção de frutos durante todo o ano (DRUMOND, 2007). No
16 caso da ocorrência baiana, o licurizeiro inicia sua frutificação seis anos após o plantio
17 e a produção baiana tem variado de 2.000 a 4.000 toneladas anuais (DUQUE, 2004).

18 O licurizeiro se caracteriza como um vegetal totalmente aproveitável, sendo utilizado
19 na culinária, no artesanato, na fabricação de sabão. Das suas folhas é obtida uma cera
20 utilizada na produção de papel carbono, graxa para sapatos, móveis e pintura de
21 automóveis, considerada equivalente a da carnaubeira. Estas folhas são também
22 utilizadas na elaboração de coberturas de quiosques e artesanato (DRUMOND, 2007).

23 Os frutos do licurizeiro, o licuri, são comestíveis na maioria das suas partes, de

1 coloração que varia do verde ao laranja. Os frutos, enquanto verdes apresenta o
2 endosperma líquido, que se torna sólido no processo de maturação, dando origem à
3 amêndoa (BONDAR, 1938).

4 As amêndoas do licuri são amplamente utilizadas na alimentação, moídas e misturadas
5 com farinha de mandioca na elaboração de paçoca, na produção de cocadas e cozidas.
6 Servem também para extrair óleo e leite que são bastante utilizados e apreciados na
7 culinária da população do semiárido. O resíduo da extração do óleo serve como ração
8 para animais (LORENZI, 1992). Entretanto, embora sejam muito utilizados, poucos
9 dados científicos são disponíveis sobre a qualidade e valor nutricional dos frutos,
10 sobretudo das amêndoas, dessa palmeira estratégica do Semiárido.

11 O licuri contém o exocarpo com espessura fina; o mesocarpo com consistência de
12 carnosos a seco, fibroso-mucilaginoso, adocicado e amarelado; endocarpo duro e
13 espesso contendo uma única semente comestível, revestida com uma película marrom,
14 denominada tegumento (MEDEIROS-COSTA, 1982; LOPES, 2007; BONDAR,
15 1938).

16 Em geral, as amêndoas contêm proteínas, são ricas em lipídeos, são boas fontes de
17 fibras e possuem quantidades razoáveis de vitaminas e minerais (SOUZA et al., 2008).
18 Neste contexto, algumas amêndoas, como é o caso da castanha-do-brasil (SOUZA;
19 MENEZES, 2004) e da sapucaia (VALLILO et al., 1998), são ricas em selênio,
20 mineral componente das selenoenzimas antioxidantes cujo consumo vem sendo
21 recomendado como forma de prevenção de câncer e doenças cardiovasculares
22 (SOUZA et al., 2008).

Nutricionalmente, a amêndoa do licuri, possui elevado teor de lipídeos (CREPALDI et al., 2001), sendo o óleo extraído largamente utilizado pela população local. Portanto, embora esta amêndoa seja um alimento importante do Semiárido, pouco estudos aprofundam seus aspectos de qualidade, ou descrevem as modificações durante a maturação do fruto.

Diante do exposto, o objetivo deste trabalho foi avaliar a qualidade da amêndoa dos frutos do licurizeiro na maturidade, visando aprofundar as informações sobre o licuri, e, potencialmente, agregar valor a este fruto.

MATERIAL E MÉTODOS

Os cachos contendo frutos do licurizeiro foram colhidos manualmente no período de 2009-2010, de trinta genótipos de ocorrência espontânea do município de Buíque, Estado de Pernambuco, de cinco propriedades rurais. Os genótipos do licurizeiro utilizados foram nomeados como G16, G17, G18, G19, G20, G21, G22, G23, G24, G25, G26, G27, G28, G29, G30, G31, G32, G33, G34, G35, G36, G37, G38, G39, G40, G41, G42, G43, G44, G45.

A seleção dos cachos para colheita foi de acordo com a cor predominante dos frutos. Os cachos foram colhidos em dois estádios de maturação: frutos de coloração predominante amarelo claro com extremidades marrons (AC), com polpa fibrosa amarela e amêndoa branca; e frutos de coloração predominante laranja com traços amarelos e extremidades marrons (LA), estágio cujos frutos apresentavam abscisão

1 natural dos cachos na planta. Após a colheita os cachos foram transportados ao
2 laboratório em caixas protegidas.

3 O experimento foi desenvolvido na Universidade Federal da Paraíba (UFPB), em João
4 Pessoa. No laboratório, foram selecionados quanto à maturação e características
5 físicas, e preparados para as avaliações.

6 Nas avaliações físicas foram utilizados frutos oriundos de cachos colhidos de quinze
7 genótipos, para cada estágio de maturação. De cada genótipo foi colhido um cacho, do
8 qual foram retirados aleatoriamente 40 frutos, totalizando 600 unidades de endocarpo,
9 avaliadas para cada estágio de maturação. Para as avaliações físico-químicas, os frutos
10 foram descascados, despulpados e a amêndoa retirada do endocarpo manualmente.

11 Após a preparação, foram separados três repetições com 500g de cada cacho para os
12 ensaios analíticos, e em seguida acondicionados em sacos plásticos apropriados e
13 utilizados para as avaliações iniciais ou armazenados sob em freezer à -20°C, para as
14 avaliações posteriores. Para as avaliações de umidade, pH, acidez titulável (AT) e
15 sólidos solúveis (SS) foram utilizadas amostras frescas. Para análises de cinzas,
16 lipídeos, proteínas, açúcares solúveis totais (AST), açúcares redutores (AR), fibras e
17 amido foram utilizadas amostras congeladas.

18 O comprimento e diâmetro dos endocarpos e fruto inteiro foram medidos com um
19 paquímetro marca Kanon 150 mm. O comprimento foi medido na região longitudinal
20 do endocarpo e o diâmetro na região equatorial, perpendicular ao comprimento. Para
21 análise da massa fresca do endocarpo, as amostras foram pesadas individualmente em
22 balança analítica marca Shimatzu modelo Ay220.

1 A acidez titulável foi determinada pelo método titulométrico, com solução de
2 hidróxido de sódio 0,1M (AOAC, 2005); o pH foi mensurado em pHmetro da marca
3 Quimis, modelo Q-400A, com eletrodo de membrana de vidro calibrado com soluções
4 de pH 4,0 e 7,0 (AOAC, 2005); os sólidos solúveis foram determinados através de
5 leitura direta em refratômetro de campo a 20°C (AOAC, 2005); a relação entre sólidos
6 solúveis e acidez titulável, conforme AOAC (2005); a umidade, que foi determinada
7 através do resíduo seco obtido a 105°C até peso constante em estufa de secagem e
8 esterilização, marca Fanem, modelo Orion 515 (AOAC, 2005); as cinzas foram
9 determinadas por gravimetria pela obtenção do resíduo mineral fixo à 550°C até peso
10 constante em mufla, marca Digimec, modelo 1200°C (AOAC, 2005); os lipídeos
11 foram determinados por gravimetria, pelo método de Soxhlet, utilizando um extrator
12 marca Marconi modelo MA – 487 (AOAC, 2005); as proteínas foram quantificadas
13 pelo método de Kjeldahl adotado pela AOAC (2005), A determinação de proteínas foi
14 realizada no digestor de proteínas marca Tecnal modelo TE007 MP e destilador de
15 proteína marca Tecnal modelo TE - 036-1; os açúcares solúveis totais, foram
16 determinados pelo método de antrona em espectrofotômetro (Quimis UV2102PC),
17 segundo metodologia descrita por Yemn e Willis (1954); os açúcares redutores e
18 amido, utilizando o ácido dinitrosalicílico (DNS) de acordo com metodologia original
19 de Miller (1959), em espectrofotômetro (Quimis UV2102PC), e fibras brutas, pela
20 metodologia descrita por Kramer e Ginkel (1952). Todas as análises foram realizadas
21 com três repetições.

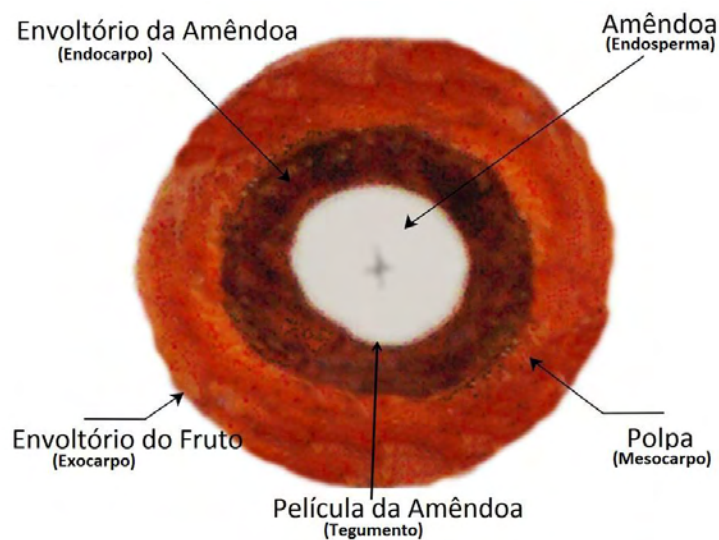
22 O delineamento experimental foi inteiramente casualizado, com 30 tratamentos
23 (genótipos), onde frutos por genótipos foram considerados como observações repetidas

no mesmo indivíduo. Os resultados foram submetidos à análise de variância (ANOVA) e as médias dos tratamentos comparadas pelo teste de Scott-Knott à 5%. Para comparação entre dois estádios utilizou-se o teste t-Student.

RESULTADOS E DISCUSSÃO

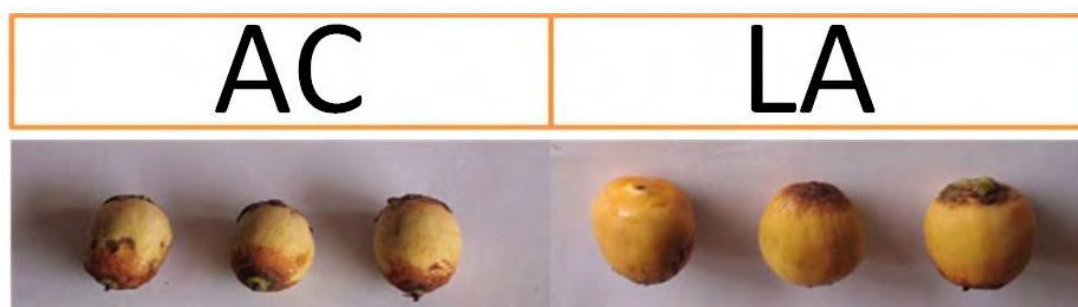
Os frutos de licuri apresentavam exocarpo (envoltório do fruto) liso, mesocarpo (polpa) fibroso e mucilaginoso, endocarpo (envoltório da amêndoa) duro e espesso, contendo uma única amêndoa revestida por uma película marrom (Figura 1).

Figura 1 - Seção transversal do fruto do licurizeiro, identificando as porções



A cor das cascas dos frutos dos estádios Pigmentação predominante amarelo claro com extremidades marrons (AC) e Pigmentação predominante laranja com traços amarelos e extremidades marrons (LA) varia entre amarelo claro e laranja amarelado, conforme Figura 2.

Figura 2 - Frutos de licuri nos estádios de maturação Pigmentação predominante amarelo claro com extremidades marrons (AC) e Pigmentação predominante laranja com traços amarelos e extremidades marrons (LA)



A classificação da maturação baseou-se no aspecto físico e na coloração (Tabela 1).

Tabela 1 - Classificação dos estádios de maturação do licuri, de acordo com aspectos físicos e Tabela de Munsell para tecidos vegetais

Estádios de Maturação	Aspectos físicos	Pigmentação aparente	Cor MBC*
AC	Polpa amarela e amêndoa branca	Pigmentação predominante amarelo claro com extremidades marrons	2,5GY 08/10
LA	Frutos sendo liberados dos cachos	Pigmentação predominante laranja com traços amarelos e extremidades marrons	2,5GY 08/12

*Conforme Munsell Book of Color (Munsell, 1976).

Os valores médios em relação a massa fresca, comprimento e diâmetro dos frutos inteiros e endocarpos do licuri no estágio de maturação AC dos genótipos analisados são apresentados na Tabela 2.

A massa fresca, comprimento e diâmetro de endocarpos de licuri diferiram entre os genótipos no estágio AC. As massas frescas mais elevadas foram 4,54g e 4,29g nos endocarpos dos genótipos G40 e G41, respectivamente, no estágio AC.

Tabela 2 - Massa fresca, comprimento e diâmetro dos endocarpos de frutos do licurizeiro (*Syagrus coronata*) colhidos no estágio de maturação predominante amarelo claro com extremidades marrons (AC)

Genótipos	Massa fresca (g)	Comprimento (mm)	Diâmetro (mm)
G16	0,68h	23,43d	14,85e
G17	0,71h	23,20d	14,89e
G18	0,70h	24,82c	15,49d
G22	3,75d	29,96a	17,97a
G23	3,58e	29,30a	18,35a
G24	3,58e	29,19a	18,59a
G28	3,18f	23,76d	15,60d
G29	3,45e	25,66b	15,97c
G30	3,23e	25,28b	14,96e
G34	2,95g	23,26d	15,16e
G35	2,79g	25,43b	14,57e
G36	3,00g	25,49b	14,96e
G40	4,54a	29,58a	16,70b
G41	4,29b	29,85a	16,53b
G42	4,10c	29,59a	16,55b
Média	2,96	26,55	16,14
±EP	0,07	0,25	0,18
CV(%)	15,81	5,85	7,18
Mínimo	0,42	19,00	12,10
Máximo	5,08	33,10	27,05

Médias seguidas de letras iguais, na coluna não diferem entre si pelo teste de Scott-Knott a 5% de probabilidade; N- 600; CV- coeficiente de variância; EP- Erro padrão; Mínimo- menor valor; Máximo- maior valor.

Os maiores diâmetros dos endocarpos foram dos genótipos G22, G23 e G24, iguais a 17,97; 18,35 e 18,59 mm, respectivamente, no estágio AC.

No comprimento, os genótipos que apresentaram melhores médias também foram G22, G23, G24 com valores médios iguais a 29,96; 29,30 e 29,19 mm, respectivamente.

Os valores médios em relação à massa fresca, comprimento e diâmetro dos endocarpos dos frutos do licuri no estágio de maturação LA dos genótipos analisados estão apresentados na Tabela 3.

1 As determinações físicas massa fresca, comprimento e diâmetro apresentaram
2 diferenças significativas entre os genótipos no estágio LA, porém com exceções, como
3 entre os genótipos G43, G44 e G45, provenientes da mesma localidade.

4 Os genótipos que apresentaram maiores médias para massa fresca dos endocarpos
5 foram G43, G44, G45 com valores iguais a 4,18; 4,08 e 4,10 g, respectivamente, no
6 estágio LA de maturação.

7 No diâmetro os genótipos que obtiveram maiores médias foram G43, G44, G45, iguais
8 a 16,23; 16,49 e 16,54 mm, respectivamente, no estágio LA.

9 Em relação ao comprimento, as melhores médias foram dos genótipos G43, G44, G45,
10 com valores médios de 28,11; 28,71 e 28,70 mm, respectivamente.

11 O fruto no estágio AC apresenta valor médio superior de massa fresca do endocarpo
12 em relação ao fruto no estágio LA (Tabela 4).

13 Nesta pesquisa, a massa fresca do endocarpo representa no estágio AC e LA em torno
14 de 30 a 40% da massa fresca do fruto inteiro. Pesquisa realizada na Bahia descreve a
15 amêndoa de frutos do licurizeiro maduros de colorações amarela e alaranjada, com
16 rendimento de 44,15% (NETO et al., 2009).

17

Tabela 3 - Massa fresca, comprimento e diâmetro dos endocarpos de frutos do licurizeiro (*Syagrus coronata*) colhidos no estágio de maturação predominante laranja com traços amarelo e extremidades marrons (LA)

Genótipos	Massa fresca (g)	Comprimento (mm)	Diâmetro (mm)
G19	0,22d	20,43e	13,50e
G20	0,24d	19,20f	14,89c
G21	0,23d	19,99e	14,32d
G25	2,72c	23,72c	14,85c
G26	2,71c	22,44d	14,87c
G27	2,61c	22,78d	14,97c
G31	3,11b	25,38b	14,85c
G32	3,17b	25,12b	15,30b
G33	3,11b	25,02b	15,24b
G37	2,72c	23,80c	14,43d
G38	3,81c	25,05b	14,72c
G39	2,84c	24,81b	14,43d
G43	4,18a	28,11a	16,23a
G44	4,08a	28,71a	16,49a
G45	4,10a	28,70a	16,54a
Média	2,59	24,22	15,04
±EP	0,06	0,21	0,15
CV(%)	14,03	5,59	6,18
Mínimo	0,14	17,00	12,05
Máximo	4,98	31,10	18,00

Médias seguidas de letras iguais, na coluna não diferem entre si pelo teste de Scott-Knott a 5% de probabilidade; N- 600; CV- coeficiente de variância; EP- desvio padrão; Mínimo- menor valor; Máximo- maior valor.

A massa fresca do endocarpo do licuri é superior à de outros frutos oleaginosos, como à do endocarpo do fruto de babaçu (*orbignya phalerata*), planta que também pertence à família *Arecaceae* e contêm em média 6 % da massa fresca do fruto (MACHADO; CHAVES; ANTONIASSI, 2006).

Nesta pesquisa, com o fruto do licuri, a média da massa fresca mais alta encontrada para o endocarpo foi 4,18 g, no estágio AC. Rocha (2009) obteve valor correspondente à 3,28g para massa fresca do endocarpo do fruto de licuri colhido na Bahia, inferior a massa fresca dos genótipos G22, G23, G24, G29, G40, G41 e G42. Os valores reportados de teor de massa fresca para oleaginosas é muito variável. Carvalho (2008), ao estudar amêndoas de chichá (*Sterculia striata*), planta nativa da família *Sterculiaceae*, obteve massa fresca média de 0,9 g. Souza et al. (2008) encontrou valor

médio de 2,27 g para amêndoas de sapucaia (*Lecithys pisonis*), espécie da família *Lecithyspisonis*.

Pesquisas realizadas com frutas têm mostrado grandes variações nos resultados das medições para genótipos diferentes. Esta tendência de variabilidade, em termos percentuais, é uma tendência comumente observada em frutos de plantas oriundas de propagação por sementes (OLIVEIRA, 2010).

Em relação ao comprimento, o estágio AC apresenta valor médio superior ao valor médio do estágio LA. Este valor (26,55 mm) é maior que o encontrado por Rocha (2009) igual a 22,6 mm e equivalente ao valor obtido por Medeiros-Costa (1982) correspondente a 24-27 mm.

Assim como a massa fresca e comprimento, o diâmetro também mostra um declínio no valor médio do estágio AC para o estágio LA. O maior valor médio obtido nesta pesquisa (17,97 mm) foi superior ao reportado por Rocha (2009) que foi 14,3 mm e correspondente ao valor encontrado por Medeiros-Costa (1982), igual a 16,00-18,00 mm.

Outros frutos oriundos de palmeiras, como areca-bambú (*Chrysalidocarpus lutescens*), da família *Arecaceae*, apresentaram comprimento e diâmetro médio de amêndoas iguais a 1,77 e 0,79 cm, respectivamente (BRITO,1995) e para os frutos de ariri (*Syagrus vagans*), fruto comestível produzido em cachos, pesquisado por Lopes (2007), as amêndoas apresentaram diâmetro médio de 1,08 cm e comprimento médio de 2,05 cm.

Sendo, portanto os valores encontrados nesta pesquisa para as análises físicas dos endocarpos do licuri superiores aos de outras amêndoas.

Tabela 4 - Características físicas de endocarpos de frutos do licurizeiro (*Syagrus coronata*) colhidos nos estádios de maturação predominante amarelo claro com extremidades marrons (AC) e predominante laranja com traços amarelo e extremidades marrons (LA)

Estádios	N	Massa fresca (g)	Comprimento (mm)	Diâmetro (mm)
AC	600	2,96a	26,55a	16,14a
LA	600	2,59b	24,22b	15,04b

Médias seguidas de letras iguais, na coluna não diferem entre si pelo teste t-Student a 5% de probabilidade; N- número de frutos

Os resultados das avaliações sólidos solúveis, acidez titulável, relação SS/AT e pH das amêndoas no estágio de maturação AC estão descritos na Tabela 5.

O maior valor de pH foi 7,0, para o genótipo G35. Para sólidos solúveis o maior valor apresentado foi 6,20 %, para o genótipo G35. Na acidez titulável foi encontrado o maior teor no genótipo G35 de 0,78 % e o maior valor determinado para a relação SS/AT, foi 8,33 para o genótipo G34.

Tabela 5 - Sólidos solúveis (SS), acidez titulável (AT), relação SS/AT e pH de amêndoa de frutos do licurizeiro (*Syagrus coronata*) colhidos no estágio de maturação predominante amarelo claro com extremidades marrons (AC)

Genótipos	SS (%)	AT (%)	SS/AT	pH
G16	3,20f	0,77a	4,16h	4,62h
G17	3,10f	0,74c	4,17h	5,01f
G18	3,20f	0,77a	4,16h	4,80g
G22	2,80g	0,76b	3,70i	6,48b
G23	2,50h	0,74c	3,39j	6,45b
G24	2,50h	0,76b	3,30j	6,43b
G28	4,80c	0,77a	6,23e	6,09e
G29	4,40d	0,73e	6,06e	6,18d
G30	4,90c	0,76b	6,48d	6,27c
G34	6,00b	0,71e	8,41a	6,99a
G35	6,20a	0,78a	7,98b	7,00a
G36	5,90b	0,73d	8,12b	6,96a
G40	4,00e	0,76b	5,24g	6,09e
G41	4,80c	0,71e	6,76c	6,18d
G42	4,00e	0,73d	5,51f	6,27c
Média	4,15	0,75	5,58	6,12
±EP	0,05	0,01	0,08	0,03
CV (%)	2,15	1,13	2,36	0,84
Mínimo	2,50	0,72	3,29	4,62
Máximo	6,20	0,78	8,33	7,00

Médias seguidas de letras iguais, na coluna não diferem entre si pelo teste de Scott-Knott, a 5% de probabilidade; N- 15; CV- coeficiente de variância; EP- desvio padrão; Mínimo- menor valor; Máximo- maior valor.

Os resultados das avaliações sólidos solúveis, acidez titulável, relação SS/AT e pH para a amêndoa do fruto no estágio LA estão representados na Tabela 6.

Tabela 6 - Sólidos solúveis (SS), acidez titulável (AT), relação SS/AT e pH de amêndoa de frutos do licurizeiro (*Syagrus coronata*) colhidos no estágio de maturação Pigmentação predominante laranja com traços amarelos e extremidades marrons (LA)

Genótipos	SS (%)	AT (%)	SS/AT	pH
G19	2,20f	0,63e	3,51h	5,05g
G20	1,90g	0,67b	2,86i	5,18f
G21	2,00g	0,65c	3,10i	5,10g
G25	3,10e	0,66b	4,67g	5,55e
G26	3,23e	0,62e	5,18f	5,54e
G27	3,43d	0,64d	5,39f	5,55e
G31	5,60b	0,68a	8,28c	6,88c
G32	6,00a	0,64d	9,43a	7,07a
G33	6,00a	0,67b	9,00b	7,00b
G37	5,60b	0,63a	8,94b	5,90d
G38	5,80a	0,65c	8,97b	5,85d
G39	5,90a	0,65c	9,12b	5,86d
G43	4,10c	0,60f	6,87d	7,00b
G44	4,00c	0,67a	5,94e	6,97b
G45	4,40c	0,63e	7,02d	6,96b
Média	4,22	0,65	6,55	6,09
±EP	0,07	0,01	0,10	0,03
CV (%)	2,85	0,90	2,68	0,68
Mínimo	1,90	0,60	2,84	5,05
Máximo	6,00	0,68	9,08	7,07

Médias seguidas de letras iguais, na coluna não diferem entre si pelo teste de Scott-Knott a 5% de probabilidade; N- 15; CV- coeficiente de variância; EP- desvio padrão; Mínimo- menor valor; Máximo- maior valor.

Pode-se destacar o genótipo G32 cujo pH igual a 7,07 foi o maior valor médio determinado. Nos sólidos solúveis os genótipos G32 e G33 obtiveram a maior média entre os genótipos, que foi 6,0 %.

Nos genótipos G31 e G44 foram encontrados os maiores teores médios de acidez titulável, iguais a 0,68 e 0,67 %, respectivamente. Para a relação SS/AT, o maior valor médio determinado foi 9,43 no genótipo G32. Os coeficientes de variância determinados nos sólidos solúveis e também na relação SS/AT reforçam a tendência de variabilidade em frutos de plantas nativas. OLIVEIRA (2010) determinou

coeficiente de variância igual a 41,9% na acidez titulável, em pesquisa com 35 genótipos de pequis.

Os resultados das avaliações físico-químicas para a amêndoa, comparando os estádios de maturação AC e LA estão representados na Tabela 7.

Em pesquisa realizada com a amêndoa do coco-catolé (*Syagrus cearensis*), Nascimento et al. (2011) reportaram pH e acidez titulável, iguais a 6,2 e 0,34%, respectivamente. Estes valores são próximos do pH e acidez titulável encontrados para a amêndoa do licuri (Tabela 7).

Tabela 7 - Características físico-químicas da amêndoa de frutos do licurizeiro (*Syagrus coronata*) colhidos nos estádios de maturação Pigmentação predominante amarelo claro com extremidades marrons (AC) e Pigmentação predominante laranja com traços amarelo e extremidades marrons (LA)

Estádios	N	SS (%)	AT (%)	SS/AT	pH
AC	15	4,15a	0,75a	5,58a	6,12a
LA	15	4,22a	0,65b	6,55a	6,09a

Médias seguidas de letras iguais, na coluna não diferem entre si pelo teste de t-Student, a 5% de probabilidade; N- número de genótipos.

As avaliações físico-químicas das amêndoas não apresentaram diferenças entre os dois estádios de maturação, com exceção da acidez titulável.

Os resultados obtidos para as avaliações umidade, cinzas, proteínas, lipídeos, açúcares solúveis totais, açúcares redutores, amido e fibras da amêndoa no estádio AC estão descritos na Tabela 8.

O genótipo G18 se destacou quanto ao teor de proteínas. No genótipo G17, se obteve o maior valor de lipídeos, enquanto o genótipo G36 apresentou o maior teor de açúcares solúveis totais e o genótipo G29 os maiores percentuais de açúcares redutores, amido e fibras.

O maior teor obtido de proteína foi 5,95%, menor que o valor obtido por CREPALDI et al., 2001, para amêndoa do licuri, que foi 11,5%. Em outras amêndoas, como avelã (*corylus avellana*), macadâmia (*macadamia integrifolia*), e castanha-do-brasil (*Bertholletia excelsa*), foram reportados valores de proteínas, 14,95, 7,91 e 14,32-17,00%, respectivamente, que confirmam que as amêndoas podem ser consideradas fontes deste nutriente (USDA, 2008).

No estágio LA, os teores das avaliações umidade, cinzas, proteínas, lipídeos, açúcares solúveis totais, açúcares redutores, amido e fibras apresentaram diferenças entre os genótipos (Tabela 9).

O maior valor encontrado dos lipídeos na amêndoa de licuri, 59,59%, no genótipo G21, no estágio LA, é superior ao valor reportado por Crepaldi et al. (2001), igual a 49,2%, e próximo ao de outras oleaginosas (CARVALHO, 2008).

Tabela 8 - Avaliações físico-químicas da amêndoa de frutos do licurizeiro (*Syagrus coronata*) colhidos no estágio de maturação predominante amarelo claro com extremidades marrons (AC)

Genótipos	Umidade (%)	Cinzas (%)	Proteínas (%)	Lipídeos (%)	AST (%)	AR (%)	Amido (%)	Fibras (%)
G16	27,64e	1,18a	5,26a	54,77a	3,22f	2,56d	4,69a	5,90f
G17	27,67e	1,21a	5,29a	54,89a	3,22g	2,51e	4,70a	5,67f
G18	27,26e	1,20a	5,95a	54,43a	3,44e	2,46e	4,56a	5,23g
G22	31,75a	0,92e	5,12b	51,01b	2,52j	2,02g	3,53e	7,43d
G23	31,67a	1,06c	5,21a	51,35b	2,44k	2,10f	3,48e	7,21e
G24	31,01b	1,13b	5,05b	50,88b	2,97i	2,04g	3,67d	7,12e
G28	32,01a	1,24a	4,99b	43,72f	3,25g	2,77b	4,64a	14,02a
G29	31,03b	1,20a	4,87c	43,47f	3,15h	2,90a	4,66a	14,22a
G30	30,24c	1,21a	4,89c	43,11f	3,12h	2,64c	4,63a	14,11a
G34	31,13b	1,15b	4,23e	44,52e	3,84c	2,88a	2,56g	13,33c
G35	31,79a	1,12b	4,52d	44,53e ^j	3,92b	2,81b	2,32h	13,43c
G36	31,04b	1,21a	4,44d	44,09e	4,02a	2,89a	2,74f	13,25c
G40	28,65d	0,98d	4,78c	47,13d	3,55d	1,50h	3,55e	13,33c
G41	27,25e	1,12b	4,49d	48,92c	3,42e	1,40i	4,08b	13,77b
G42	26,49f	1,21a	4,88c	49,18c	3,10h	1,30j	3,96c	13,96b
Média	29,77	1,14	4,93	48,40	3,29	2,32	3,85	10,80
±EP	0,21	0,02	0,05	0,32	0,02	0,02	0,04	0,07
CV (%)	1,22	2,44	1,74	1,16	1,32	1,32	1,74	1,20
Mínimo	26,49	0,92	4,23	43,12	2,53	1,30	2,32	5,23
Máximo	32,01	1,24	5,95	54,89	4,02	2,91	4,88	14,23

Médias seguidas de letras iguais, na coluna não diferem entre si pelo teste de Scott-Knott, a 5% de probabilidade; N- 15; CV- coeficiente de variância; EP- desvio padrão; Mínimo- menor valor; Máximo- maior valor.

O valor encontrado é comparável ao da amêndoa da castanha-do-brasil (61,0%), considerada importante fonte lipídica (FERREIRA et al., 2006) e ao do óleo de babaçu, que também apresenta em torno de 60% (MACHADO; CHAVES; ANTONIASSI, 2006).

Em relação à proteína o maior valor médio (G19) encontrado nesta pesquisa, foi 7,90 %, correspondente estágio LA, teor inferior ao encontrado por CREPALDI et al. (2001), que foi equivalente a 11,5 %. Outros trabalhos mostram teores variados de proteínas em amêndoas, como: noz-pecã (*Carya illinoensis*), 9,17-10,40 %, (USDA, 2008) e coco-catolé (*Syagrus cearensis*), 8,95 %, (NASCIMENTO et al., 2011). Analisando mistura de amêndoas de sapucaia, Carvalho (2008) obteve 19,62 % de proteína.

No que se refere ao teor de cinzas, o teor médio de 1,20 %, encontrado neste trabalho é similar ao reportado por CREPALDI et al. (2001), para o licuri (1,2 %).

Os resultados das avaliações umidade, cinzas, proteínas, lipídeos, açúcares solúveis totais, açúcares redutores, amido e fibras obtidas nas amêndoas para os estádios AC e LA estão representados na Tabela 10.

Os valores diferiram entre os estádios de maturação AC e LA, para fibras, proteínas e açúcares redutores.

Tabela 9 - Avaliações físico-químicas das amêndoas de frutos do licurizeiro (*Syagrus coronata*) colhidos no estágio de maturação Pigmentação predominante laranja com traços amarelo e extremidades marrons (LA)

Genótipos	Umidade (%)	Cinzas (%)	Proteínas (%)	Lipídeos (%)	AST (%)	AR (%)	Amido (%)	Fibras (%)
G19	23,74f	1,20b	7,90a	58,77a	1,76f	1,20c	5,42a	5,55h
G20	22,84g	1,20b	7,59b	59,13a	1,72f	1,45c	5,57a	5,51h
G21	22,64g	1,25b	7,67b	59,59a	1,47g	1,67b	5,51a	5,70g
G25	28,12d	1,45a	7,20c	52,88d	2,35e	1,23c	2,01e	6,45f
G26	27,95d	1,21b	7,21c	52,38d	2,38e	1,31c	2,77d	6,59f
G27	27,35e	1,42a	7,02d	53,10d	2,28e	1,19c	2,55d	6,84e
G31	31,32a	1,16b	5,22j	44,62f	3,77a	2,12a	3,27c	10,10d
G32	29,41c	1,24b	5,11j	45,92e	3,82a	2,20a	4,64b	10,30c
G33	30,89b	1,24b	4,99k	45,66e	3,72a	2,12a	4,86b	10,13d
G37	30,95b	1,07c	5,47i	43,04g	3,75a	1,82b	2,71d	11,65a
G38	30,74b	1,05c	5,55i	43,82g	3,12d	1,80b	2,78d	11,32b
G39	31,44a	1,07c	5,91h	43,16g	3,48b	1,98a	2,81d	11,43b
G43	30,58b	1,14c	6,66e	55,42c	3,42b	1,40c	3,33c	5,30i
G44	29,14c	1,18b	6,32g	56,16b	3,10d	1,30c	3,21c	5,02j
G45	30,22b	1,13c	6,46f	54,76c	3,24c	1,30c	3,12c	5,11j
Média	28,49	1,20	6,42	51,23	2,89	1,61	3,64	7,80
±EP	0,22	0,04	0,04	0,30	0,04	0,08	0,18	0,06
CV (%)	1,33	5,22	1,08	1,04	2,39	8,91	8,66	1,32
Mínimo	22,64	1,05	4,99	43,04	1,47	0,60	2,71	5,03
Máximo	31,44	1,45	7,90	59,59	3,82	2,20	5,60	11,65

Médias seguidas de letras iguais, na coluna não diferem entre si pelo teste de Scott-Knott, a 5% de probabilidade; N- 15; CV- coeficiente de variância; EP- desvio padrão; Mínimo- menor valor; Máximo- maior valor.

Tabela 10 - Avaliações físico-químicas da amêndoa de frutos do licurizeiro (*Syagrus coronata*) colhidos nos estádios de maturação Pigmentação predominante amarelo claro com extremidades marrons (AC) e Pigmentação predominante laranja com traços amarelo e extremidades marrons (LA)

Estádios	Umidade (%)	Cinzas (%)	Proteínas (%)	Lipídeos (%)	AST (%)	AR (%)	Amido (%)	Fibras (%)
AC	29,77a	1,14a	4,93b	48,40a	3,29a	2,32a	3,85a	10,82a
LA	28,49a	1,20a	6,42a	51,23a	2,89a	1,61b	3,64a	7,80b

Médias seguidas de letras iguais, na coluna não diferem entre si pelo teste de t-Student, a 5% de probabilidade.

A análise multivariada possibilitou a visualização da similaridade e diferenças entre os estádios de maturação, assim como a importância das características físico-químicas para a variabilidade obtida nos resultados.

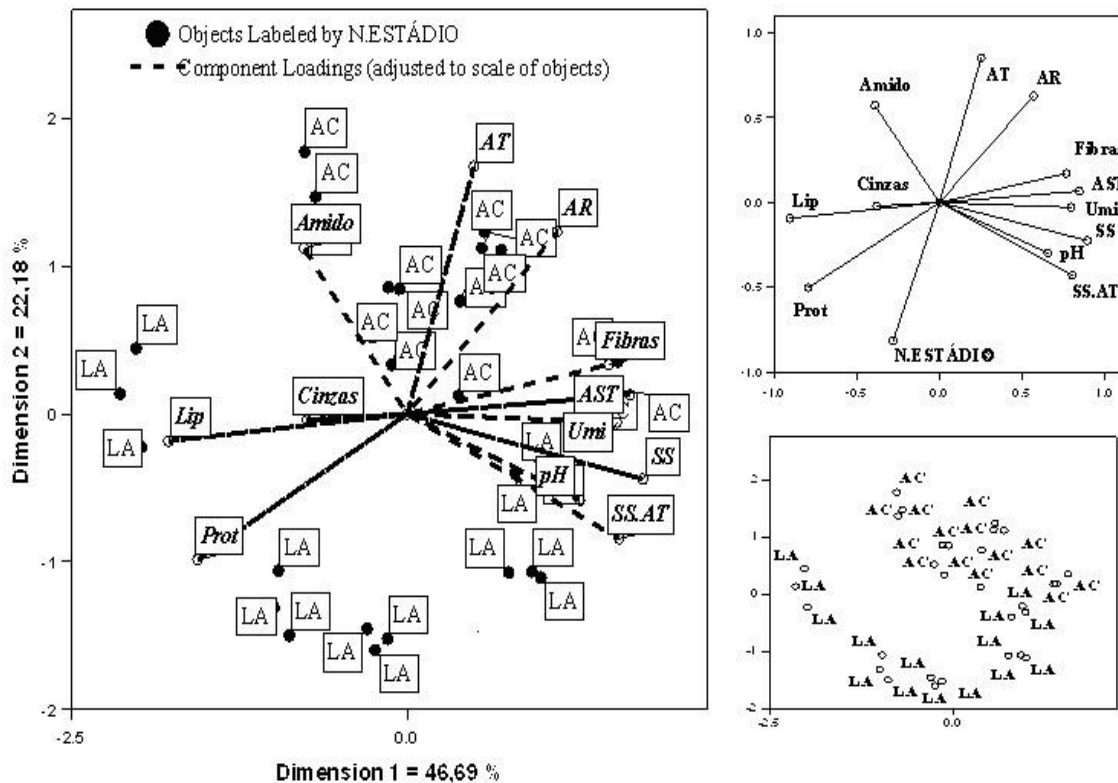
1 Inicialmente, a análise multivariada de componentes principais (ACP) explicou 68,87
2 % das variações, somando-se os percentuais dos eixos das abscissas e ordenadas,
3 conforme exposto na Figura 3.

4 Verificam-se na Figura 3, que os estádios AC e LA formaram grupos distintos,
5 quantos as características físico-químicas e químicas, o que indica que estes pontos de
6 maturação, determinados empiricamente no campo, apresentam validade científica,
7 através da ACP, em relação aos estádios de maturação dos frutos do Licurizeiro.

8 Os genótipos do estágio LA, representando um ponto de maturação mais avançado, se
9 destacaram pelos maiores teores de lipídeos, proteínas, ácidos ascórbicos e sólidos
10 solúveis/acidez titulável, enquanto os dos frutos no estágio AC caracterizaram-se pelo
11 maior conteúdo de amido, acidez titulável, açúcares redutores açúcares solúveis totais,
12 fibras umidade.

13

Figura 3 - Análise Multivariada de Componentes Principais Categorizada dentro os estádios de maturidade e características físico-químicas dos frutos de licurizeiros colhidos de quinze genótipos Pigmentação predominante amarelo claro com extremidades marrons e quinze genótipos Pigmentação predominante laranja com traços amarelos e extremidades marrons



Á. Asc.-Ácido ascórbico; amido; açúcares redutores(AR); açúcares solúveis totais(AST); acidez titulável(AT); cinzas; fibras; pH; proteínas; lipídeos; sólidos solúveis(SS); sólidos solúveis/acidez titulável(SS/AT); umidade.

Quando à posição oposta direta do ponto denominado de N. Estádio (estádios LA e AC) em relação à AT, no gráfico complementar superior direito da Figura 3, tal fato infere que a acidez titulável é uma das variáveis que apresentam maior redução com o avanço da maturação nestes frutos.

CONCLUSÕES

A biometria do endocarpo foi compatível com as dimensões e massa fresca encontrados na literatura para o fruto de licuri e superior ao de amêndoas oriundas de outros frutos de palmeiras.

O endocarpo apresentou declínio das características físicas na maturidade, com valores superiores no estágio AC.

Em endocarpos no mesmo estágio de maturação, diferiram quanto às características físicas entre os genótipos, com exceção de plantas de ocorrência na mesma localidade.

Os resultados indicam que a amêndoa do licuri é fonte significativa de lipídeos, fibras e proteínas.

A amêndoa é um alimento de baixa acidez, indicando que mesmo o licuri contendo alto teor de lipídeos, o processo de rancificação pode ser mais lento.

Portanto o licuri se destacou por ser um alimento importante, devido ao alto conteúdo de nutriente e baixa acidez.

AGRADECIMENTOS

Ao PIQDTec/CAPES pela Bolsa de estudos do primeiro autor e ao CNPq pelo apoio financeiro.

REFERÊNCIAS

AOAC. **Official methods of analysis of the Association of Analytical Chemists International**. 17^a. Edição, v. II. USA: Washington, 2005.

BONDAR, G. O. Licurizeiro e suas potencialidades na economia brasileira. **Instituto Central de Fomento Econômico da Bahia**, Boletim 2, p. 1-18, 1938.

BRITO, J. R. S. **Contribuição ao estudo da palmeira Areca-bambú *Chrysalidocarpus lutescens*- Produção de mudas via sexuada**. Monografia, Departamento de Fitotecnia, Centro de Ciências Agrárias, Universidade Federal da Paraíba, Areia, 1995.

- CARVALHO, M. G. **Barras de cereais com amêndoas de chichá, sapucaia e castanha-do-gurguéia, complementadas com casca de abacaxi**. 2008. 92f. Dissertação (Mestre em Tecnologia de Alimentos)-Universidade Federal do Ceará, Fortaleza, 2008.
- CREPALDI, C. I.; MURADIAN, L. B. A.; RIOS, M. D. G.; PENTEADO, M. V. C.; SALATINO, A. Composição nutricional do fruto de licuri (*Syagrus coronata* (Martius) Beccari). **Revista Brasileira de Botânica**, v. 24, n. 2, p. 155-159, 2001.
- DRUMOND, M. A. **Licuri *Syagrus coronata* (Mart.) Becc.** Petrolina: Embrapa semi-árido, 2007.
- DUQUE, G. **O nordeste e as lavouras xerófilas**. 4ª edição. Banco do Nordeste do Brasil. Fortaleza, 2004.
- FERREIRA, E. S.; SILVEIRA, C. S.; LUCIEN, V. G.; AMARAL, A. S. Caracterização físico-química da amêndoa, torta e composição dos ácidos graxos majoritários do óleo bruto da castanha-do-Brasil, (*Bertholletia excelsa* H.B.K)*, **Alimentação e nutrição**. v. 17, n. 2, p. 203-208, 2006.
- GIACOMETTI, D. C. Recursos genéticos de fruteiras nativas do Brasil. In: SIMPÓSIO NACIONAL DE RECURSOS GENÉTICOS DE FRUTEIRAS NATIVAS, 1992, Cruz das Almas, BA. **Anais...** Cruz das Almas: EMBRAPA-CNPMP, p. 13-27, 1993.
- KRAMER, J. H. Van de; GINKEL, L. Van. Rapid determination of crude fiber in cereais. **Cereal Chemistry**, v. 29, n. 4, p. 239-251, 1952.
- LOPES, V. S. **Morfologia e fenologia reprodutiva do ariri (*Syagrus vagan* (Bondar) Hawkes)-ARECACEAE- numa área de caatinga do município de Senhor do Bonfim-BA**. 70f. 2007. Dissertação (Mestre em Agronomia)-Centro de Ciências Agrárias, Universidade Federal da Paraíba (UFPB), Areia, 2007.
- LORENZI, H. **Palmeiras do Brasil: exóticas e nativas**. São Paulo: NOVA ODESSA, 1992.
- MACHADO, G. C.; CHAVES, J. B. P.; ANTONIASSI, R. Composição em ácidos graxos e caracterização física e química de óleos hidrogenados de coco babaçu. **Revista Ceres**, v. 53, n. 308, p. 463-470, 2006.
- MEDEIROS-COSTA, J. T. **As palmeiras (Palmae) nativas em Pernambuco, Brasil**. 1982. 140f. Dissertação de (Mestrado em Botânica)-Universidade Federal Rural de Pernambuco, Recife, 1982.
- MILLER, G.L. Use of dinitrosalicylic acid reagent for determination of reducing sugars. **Analytical Chemistry**, Washington, 1959.

1 **Munsell color charts for plant tissues**, MacBeth division of Kollmoralin instruments
2 corporation, New York, 1976.

3
4 NASCIMENTO, V. T.; MOURA, N. P.; VASCONCELOS, M. A. S.; MACIEL, M. I.
5 S.; ALBUQUERQUE, U. P. de. Chemical characterization of native wild plants of dry
6 seasonal forests of the semi-arid region of northeastern Brazil. **Food research**
7 **internacional**, n. 44, p. 2112-2119, 2011.

8
9 NETO, R. J. G.; CARVALHO, A. S., JESUS, D. S. de, DUARTE, F. J. B.; VELOSO,
10 M. C. C. EXTRAÇÃO E CARACTERIZAÇÃO DO ÓLEO DA AMÊNDOA DO
11 LICURI (*Syagrus coronata*), **32ª Reunião Anual da Sociedade Brasileira de**
12 **Química**, 2009.

13
14 OLIVEIRA, M. E. B.; GUERRA, N. B.; MAIA, A. H. N.; ALVES, R. E.; MATOS, N.
15 M. S.; SAMPAIO, F. G. M.; LOPES, M. M. T. Características químicas e físico-
16 químicas de pequis da Chapada do Araripe, Ceará, **Revista Brasileira de**
17 **Fruticultura**, v. 32, n. 1, 2010.

18
19 ROCHA, K. M. R. **Biologia reprodutiva da palmeira licuri (*Syagrus coronata***
20 **(MART.) BECC.) (Arecaceae) na ecorregião do Raso da Catarina, Bahia**. 2009.
21 82f. Dissertação (Mestre em Ciências Florestais)-Universidade Federal Rural de
22 Pernambuco (UFRPE), Recife, 2009.

23
24 SOUZA, V. A. B.; CARVALHO, M. G.; SANTOS, K. S.; FERREIRA, C. S.
25 Características físicas de frutos e amêndoas e características químico-nutricionais de
26 amêndoas de acessos de Sapucaia. **Revista Brasileira de Fruticultura**, v. 30, n. 4, p.
27 946-952, 2008.

28
29 SOUZA, M. L.; MENEZES, H. C. Processamentos de amêndoas e torta de castanha-
30 do-brasil e farinha de mandioca: parâmetros de qualidade. **Ciência e Tecnologia de**
31 **Alimentos**, v. 4, n. 1, p. 120-128, 2004.

32
33 TASSARA, H. **Frutas no Brasil**. São Paulo : EMPRESA DAS ARTES, 1996.

34 USDA. United States Department of Agriculture, **Agricultural Research Service**
35 **National Nutrient database for standard reference**, Release 20, 2007. Disponível
36 em: <www.ars.usda.gov/ba/bhnrc/ndl>. Acesso em: 20 jan. 2008.

37
38 VALLILO, M. I.; TAVARES, M.; AUED-PIMENTEL, S.; CAMPOS, N. C.; MOITA
39 NETO, J. M. *Lecythis pisonis* camb. Nuts; oil characterization: fatty acids and
40 minerais. **Food Chemistry**, v.66, n.2, p.197-200, 1998.

41
42 VIEIRA, R. F. Aspectos práticos da coleta de germoplasma. In: FUIGNAN, J. P.;
43 CUNHA, R. da (Ed.). *Conservacion de germoplasma vegetal*. Montevideo:
44 **IICA/PROCISUR**, p.75-84, (Dialogo, 45), 1996.

45
46

- 1 YEMN, E. W.; WILLIS, A. J. The estimation of carbohydrate in plant extracts by
- 2 anthrone. **The Biochemical Journal**, v. 57, p.508-514, 1954.
- 3
- 4
- 5

**MINERAIS, COMPOSTOS BIOATIVOS E ATIVIDADE
ANTIOXIDANTE DE FRUTOS DE GENÓTIPOS DE LICURIZEIRO**
(Syagrus coronata)

CAPÍTULO 4

Katia Elizabeth de Souza Miranda¹, Silvanda de Melo Silva²

¹ M.Sc., Prof. IFBA e UNEB, Doutoranda do PPGCTA/CT/UFPB, João Pessoa – PB. E-mail: kemiranda@ig.com.br.

² Ph.D., Universidade Federal da Paraíba/DCFS/CCA, Campus de Areia/PB, Caixa Postal 04, CEP 58397-970, Areia-PB. E-mail: silvasil@cca.ufpb.br

RESUMO

O objetivo deste trabalho foi avaliar a qualidade de polpa e amêndoa do fruto licurizeiro (*Syagrus coronata*), em relação aos compostos bioativos do fruto colhidos de diferentes genótipos em diferentes estádios de maturação. Foram determinados ferro, potássio, sódio, zinco, ácido ascórbico, polifenóis extraíveis totais e atividade antioxidante no fruto do licuri. O delineamento utilizado foi o inteiramente casualizado e os dados submetidos à análise de variância e as médias comparadas pelo teste de Scott-Knott a 5% de probabilidade e análise de componentes principais pelo SPSS. Em relação aos teores de ácido ascórbico, o maior valor médio encontrado foi para a polpa do licuri no estágio de coloração predominante verde claro com as extremidades marrons- VC (7,71 mg.100⁻¹g). Para os minerais o maior teor médio determinado foi do potássio, para polpa e amêndoa (429,02 e 326,23 mg.100g⁻¹, respectively). Os valores de polifenóis extraíveis totais confirmaram os teores de atividade antioxidante, sendo 136,64 mg.100g⁻¹ na polpa e 270,39 mg.100g⁻¹ na amêndoa. O fruto do licuri mostrou valores relevantes na atividade antioxidante, tanto para a polpa como para a amêndoa desengordurada (resíduo), 344,11 e 75,48 g.gDPPH⁻¹, respectivamente.

Palavras-chave: polpa, amêndoa, resíduo, ácido ascórbico, fenólicos extraíveis totais, DPPH, potássio.

MINERAL, BIOACTIVE COMPOUNDS AND ANTIOXIDANT ACTIVITY OF FRUIT OF THE LICURI TREE (*Syagrus coronata*) GENOTYPES

Abstract

The objective of this study was to evaluate the quality of the pulp and nut of the licuri tree fruit (*Syagrus coronata*) as related to the bioactive compounds of fruit harvested from different genotypes at different maturity stages. It was evaluated iron, potassium, sodium, zinc, ascorbic acid, total extractable polyphenols and antioxidant activity in the licuri fruit. The experimental design was the completely randomized and the data were submitted to analysis of variance and the means compared by Scott-Knott test at 5% probability and analysis principal component by SPSS. Regarding the levels of ascorbic acid, the highest mean value was found for the pulp at the maturity stage of color predominant light green with brown edges-VC (7.71 mg.100⁻¹g). For the minerals the highest mean content was for potassium in the pulp and nut (429.02 and 326.23 mg.100g⁻¹, respectively). The values of total extractable polyphenols confirmed the levels of antioxidant activity, being 136.64 mg.100g⁻¹ in the pulp, and 270.39 mg.100g⁻¹ in the nut. The licuri tree fruit showed significant values for antioxidant activity, both for pulp and for the defatted nut (residue), 344.11 and 75.48 g.gDPPH⁻¹, respectively.

Key words: Pulp, nut, residue, ascorbic acid, total extractable polyphenols, DDPH, Potassium

1 INTRODUÇÃO

O consumo de frutas e hortaliças tem sido incentivado com base nas suas propriedades funcionais, que tem atraído a atenção dos consumidores. Sendo assim a busca por produtos ricos em compostos bioativos tem sido crescente, de forma que este mercado no Brasil apresenta crescimento anual de aproximadamente 20 %. Entretanto, embora promissor, esse mercado tem como desafio conquistar a confiança do consumidor quanto às alegações funcionais (COSTA; ROSA, 2010).

O conhecimento de compostos bioativos com atividade antioxidante presentes em frutos e hortaliças, destaca-se tanto pela possibilidade do aproveitamento como alimento funcional, quanto pelo fornecimento de compostos que se enquadram como nutracêuticos (ANDRADE-WARTHA, 2007).

O estresse oxidativo tem sido implicado na etiologia de diversas doenças crônicas e deve-se ao desequilíbrio entre as reações produtoras de radicais livres, particularmente espécies reativas de oxigênio, e à capacidade dos antioxidantes atuarem em mecanismos como eliminadores de radicais livres (PELUZIO et al., 2010).

O sistema antioxidante do organismo pode ser alterado a fim de equilibrar os danos oxidativos e a defesa antioxidante de células e tecidos pelo aumento da ingestão de nutrientes como as vitaminas e outros compostos com propriedades antioxidantes (PELUZIO et al., 2010).

Embora os minerais estejam presentes nos alimentos em concentrações relativamente baixas, muitas vezes eles exercem efeitos profundos sobre as propriedades físico-químicas dos alimentos, devido a interações com outros componentes alimentares. O principal papel dos minerais nos alimentos é o fornecimento de uma fonte confiável de nutrientes essenciais, em formas equilibradas e biodisponíveis. Os minerais também desempenham papéis funcionais fundamentais nos alimentos, como alterar drasticamente a cor, a textura, o sabor e a estabilidade deles (FENNEMA, 2010).

O ácido ascórbico tem a propriedade de doar e receber elétrons, o que lhe confere um papel essencial como antioxidante, acreditando-se que pode atuar na prevenção e no tratamento do câncer, na diminuição do risco de doenças cardiovasculares, no tratamento da hipertensão e na redução da incidência de catarata. Esta vitamina é a primeira linha de defesa contra radicais derivados do oxigênio em meio aquoso e pode reagir diretamente com radicais hidroxilas, superóxidos e oxigênio singlete (PELUZIO et al., 2010).

Além dos componentes orgânicos que apresentam propriedades medicinais, os macro e micronutrientes são importantes como co-fatores das enzimas, podendo favorecer a ativação de complexos enzimáticos fundamentais para processos bioquímicos vitais para o organismo (NAPPI; VASS, 2002).

Representantes da família *Arecaceae* ocupam um lugar importante na composição da flora e da paisagem, tanto da faixa costeira como do interior dos Estados que compõem a Região Nordeste do Brasil (BONDAR, 1938; MEDEIROS-COSTA, 2002). Dentre as 16 espécies destacadas por Medeiros-Costa (2002) pela sua reconhecida importância sócio-econômica, o licurizeiro se inclui como estratégico recurso vegetal em função da diversificação da sua utilização (RUFINO et al., 2008).

O fruto do licurizeiro (*Syagrus coronata*), o licuri possui três camadas: o exocarpo com espessura fina; o mesocarpo com consistência de carnosos a seco, fibroso-mucilaginoso comestível, adocicado e amarelado; endocarpo duro e espesso e semente comestível de cor branca (MEDEIROS-COSTA, 1982; LOPES, 2007; BONDAR, 1938).

O licuri é consumido fresco e da amêndoa são extraídos o leite e o óleo. Este óleo é utilizado na alimentação e o resíduo na ração animal. Em diagnóstico realizado por Rufino et al. (2008), em Buíque-PE, 90 % dos entrevistados citaram o uso de bagaço do licuri para ração animal de animais domésticos.

Existem consideráveis descartes de produtos agrícolas nas diversas etapas de cadeia produtiva, desde a produção no campo até o consumo, resultando em elevada geração de resíduos no beneficiamento, estimando-se cerca de 30 % (COELHO et al., 2006). Em relação ao licurizeiro, embora praticamente todas as partes da planta sejam aproveitadas, poderia ocorrer uma maximização desta utilização, como por exemplo, os resíduos oriundos da extração do óleo da amêndoa, poderiam ser usados na elaboração de produtos alimentícios.

As oleaginosas são ricas em lipídeos e apesar dessa característica há evidências de seu consumo está inversamente associado ao risco de doenças cardiovasculares, diabetes tipo 2, câncer, incidência de sobrepeso e obesidade (JIANG et al., 2006; HU et al., 1998; ELLSWORTH et al., 2001; FRASER et al., 1992). Sua contribuição para reduzir o risco de doenças crônicas, portanto, pode ser decorrente do seu perfil de macro e micronutrientes, assim como do seu teor de compostos bioativos (MORI e MATTES, 2010). Um estudo realizado com 21454 homens adultos, no período de 1982 a 1999, que consumiram oleaginosas duas ou mais vezes por semana foi associado à redução de risco de doenças cardiovasculares e morte súbita cardíaca (ALBERT et al., 2002).

A composição de fitoquímicos, proteínas, ácidos graxos, vitaminas e minerais das oleaginosas, em conjunto, têm sido identificados como importantes fatores que reduzem a oxidação de LDL, níveis de colesterol total e triacilgliceróis (MORI e MATTES, 2010). Os principais compostos bioativos das oleaginosas incluem os fitoesteróis e os polifenóis (CHEN e BLUMBERG, 2008). Compostos polifenólicos conferem propriedades antioxidantes, anti-inflamatória e quimiopreventiva (GARRIDO et al., 2008). Pecãs, pistaches e nozes contêm os maiores teores de polifenóis, que incluem flavonóides, ácidos fenólicos e proantocianidinas (PHILIPS et al., 2005).

Polifenóis são compostos fundamentais na fisiologia da planta, contribuindo para a resistência contra microorganismos e insetos. Fatores ambientais estimulam a síntese desses compostos de defesa e atuam como aromatizante, corantes e antioxidantes (SCALBERT, A; WILLIAMSON, G. 2000).

Os antioxidantes são classificados em dois grupos, os primários e os secundários. Os antioxidantes primários são capazes de interromper a cadeia de radicais, cedendo hidrogênio a um radical lipídico livre e assumindo a forma de radical estável. Pode-se incluir nesse grupo os compostos fenólicos, que agem como redutores de oxigênio singlete, atuando nas reações de oxidação lipídica, assim como na quelação de metais. Os secundários reduzem o processo de iniciação, utilizando agentes quelantes de metais como, por exemplo, o ácido cítrico. Entre os antioxidantes naturais, destacam-se ácido ascórbico, vitamina E e β -caroteno (RICE-EVANS et al., 1996). Compostos antioxidantes estão naturalmente presentes em frutos, sendo que alguns apresentam altas concentrações de determinados grupos (HARBORNE; WILLIAMS, 2000; ARABBI et al., 2004).

O objetivo deste trabalho foi avaliar a qualidade dos frutos de licurizeiro e seu resíduo em relação aos minerais, compostos bioativos e capacidade antioxidante na maturidade.

2 MATERIAL E MÉTODOS

2.1 INSTALAÇÃO E CONDUÇÃO DOS EXPERIMENTOS

Os cachos de frutos do licurizeiro avaliados foram colhidos no período entre 2009-2010, de quarenta e cinco genótipos, numerados de G1 à G45, de ocorrência natural em cinco propriedades do município de Buíque-PE (08°37'23"S-37°09'21"O). Os cachos de frutos foram colhidos em sete estágios de desenvolvimento, adotando-se como critério a coloração da casca, apresentando mais de 80 % da superfície de uma coloração predominante.

Para descrever a evolução do desenvolvimento dos frutos, cachos dos genótipos G1, G2 e G3 foram colhidos na coloração Amarelo palha, na fase de inflorescência (estádio AP). Dos genótipos G4, G5 e G6, foram colhidos cachos contendo frutos de coloração Amarelo brilhante, ainda sem apresentar polpa e amêndoa diferenciadas (estádio AB). Dos genótipos G7, G8, e G9, foram colhidos cachos com frutos com coloração no Início da pigmentação marrom, apresentando endosperma líquido (estádio PM). Dos genótipos G10, G11e G12 foram colhidos cachos com frutos com coloração Pigmentação predominante verde claro e com as extremidades marrons, endosperma líquido (estádio VC). Dos genótipos G13, G14 e G15, foram colhidos cachos com frutos de coloração Pigmentação predominante verde escuro com extremidades marrons, e endosperma pastoso (estádio VE). Dos genótipos G16, G17, G18, G22, G23, G24, G28, G29, G30, G34, G35, G36, G40, G41, G42 foram colhidos cachos com frutos de coloração Pigmentação predominante amarelo claro com extremidades marrons, com forte aderência ao cacho (estádio AC), polpa fibrosa amarelada e amêndoa de coloração branca, apresentando ambas as partes bem definidas e dos genótipos G19, G20, G21, G25, G26, G27, G31, G32, G33, G37, G38, G39, G43, G44, G45 foram colhidos frutos de coloração Pigmentação predominante laranja com traços amarelos e extremidades marrons, que já estavam sendo liberados dos cachos (estádio LA), classificados conforme a Tabela 1.

Os cachos dos frutos foram colhidos manualmente nos genótipos e transportados para o Laboratório de Análises Químicas e Bioquímicas de Alimentos da Universidade Federal da Paraíba (UFPB), em João Pessoa, sob condição ambiente, em caixas de PVC.

No laboratório, os cachos dos genótipos foram selecionados e descartados os frutos que apresentaram danos físicos. Foi realizada a caracterização dos frutos nos estádios analisados, a partir da avaliação da cor.

Nas avaliações foram utilizados cachos de frutos colhidos de três genótipos nos estádios de maturação AP, AB, PM, VC, VE e para os estádios AC e LA foram utilizados quinze genótipos para cada estágio, respectivamente. Para avaliações nos frutos inteiros, estádios AP, AB e PM os frutos foram triturados, enquanto os dos estádios VE, VC, AC e LA foram descascados e despolpados. A separação da polpa do endocarpo foi feita manualmente.

Após a preparação das amostras, estas foram separadas, identificadas e acondicionadas em sacos plásticos apropriados e armazenadas sob congelamento a -20°C.

Tabela 1 - Caracterização dos estádios de maturação de frutos do licuri, de acordo com aspectos físicos e coloração tomando como base na carta de cores de Munsell para tecidos vegetais

Estádios de maturação	Pigmentação aparente		Cor MBC*	
1	AP	Amarelo claro	2,5Y	8/4
2	AB	Amarelo brilhante	2,5Y	5/4
3	PM	Início da pigmentação marrom	2,5Y	5/4
4	VC	Pigmentação predominante verde claro com extremidades marrons	2,56Y	7/4
5	VE	Pigmentação predominante verde escuro com extremidades marrons	2,5GY	7/4
6	AC	Pigmentação predominante amarelo claro com extremidades marrons	2,5GY	8/10
7	LA	Pigmentação predominante laranja com e extremidades marrons	2,5GY	8/12

*Conforme Munsell Book of Color (MUNSELL, 1976)

2.2 DELINEAMENTO EXPERIMENTAL

O delineamento experimental foi inteiramente casualizado, com 45 genótipos, para avaliação de ácido ascórbico e 15 genótipos para as demais avaliações, sendo esta diferença no número de genótipos analisados para as variáveis em função da disponibilidade do fruto no campo. Para as análises de minerais e compostos bioativos foram utilizadas três repetições, sendo estas três repetições porcionadas de um cacho de frutos colhido do mesmo genótipo. Os resultados foram submetidos à análise de variância (ANOVA) e as médias dos tratamentos comparadas pelo teste de Scott-Knott à 5%. Foi realizada também a Análise de Componentes Principais.

2.3 AVALIAÇÕES

Minerais, ferro, potássio, sódio, zinco, foram determinados na polpa e amêndoa dos frutos na maturidade, nos estádios AC e LA. A determinação de potássio foi realizada por fotometria de chama, digital microprocessado Digimed, Modelo DM-61; após digestão por H_2O_2 e H_2SO_4 . Os micronutrientes ferro, zinco e sódio foram determinados por fotometria de absorção atômica Marca SIPS, Sample Introductory Preparation System, Modelo VARIAN AA 200 após digestão com HNO_3 e $HClO_4$, de acordo com Tedesco et al. (1982); **Ácido ascórbico**, foi realizada antes do armazenamento nos frutos inteiros, polpa e amêndoa por titulação com 2,6-diclorofenol indofenol (AOAC, 2005); **Fenólicos extraíveis totais e**

atividade antioxidante, foram determinados na polpa e na amêndoa desengordurada (resíduo), cujo óleo foi extraído pelo método de Soxhlet, utilizando um extrator Soxhlet Marconi modelo MA – 487 (AOAC, 2005). A determinação dos compostos fenólicos (mg.100g^{-1}) foi determinada de acordo com Larrauri et al. (1997). A Atividade Antioxidante foi determinada através da captura do radical livre DPPH (1,1'-diphenil-2-picrilhidrazil) (BRAND-WILIAMS et al., 1995).

3 RESULTADOS E DISCUSSÃO

3.1 MINERAIS

Na polpa de licuri, o maior conteúdo de minerais foi o potássio e o menor foi de ferro (Tabela 2). Oliveira et al. (2010) reportou para polpa de pequi 1,01; 201,55; 3,18 e 1,37 mg.100g^{-1} para ferro, potássio, sódio e zinco, respectivamente. Neste trabalho, os teores determinados para polpa de licuri no estágio Pigmentação predominante laranja com traços amarelos e extremidades marrons (LA), foram 1,48; 411,45; 21,63 e 2,21 mg.100g^{-1} para ferro, potássio, sódio e zinco, respectivamente, portanto superiores aos da polpa de pequi (Tabela 2) verificando-se que é grande a amplitude de variação dos minerais nas amêndoas de forma geral.

O sódio age como um dos principais fatores de regulação osmótica do sangue, plasma e fluidos intercelulares e do equilíbrio ácido-básico (FRANCO, 1992). A deficiência do sódio pode ser observada em manifestações como diarreia, fadiga, anorexia e hipotensão (FERRARI e SOARES, 2003). O zinco é um componente essencial para a atividade de mais de 300 enzimas e estabilizador de estruturas moleculares de constituintes citoplasmáticos (YUYAMA et al., 2009).

O principal nutriente detectado nas amêndoas de licuri no estágio Pigmentação predominante laranja com traços amarelos e extremidades marrons (LA), dentro dos minerais avaliados foi o potássio (K) com conteúdo médio de 260,79 mg.100g^{-1} , seguido de sódio (18,15 mg.100g^{-1}), do zinco (3,24 mg.100g^{-1}) e do ferro (1,19 mg.100g^{-1}), assim como no estágio Pigmentação predominante amarelo claro com extremidades marrons, cujos teores de potássio e sódio foram 326,23 e 16,06 mg.100g^{-1} , respectivamente (Tabela 3).

Tabela 2 - Minerais na polpa do licuri nos estádios Pigmentação predominante amarelo claro com extremidades marrons (AC); estágio Pigmentação predominante laranja com traços amarelos e extremidades marrons (LA).

Estádios									
Genótipos	AC				Genótipos	LA			
	Fe	K	Na	Zn		Fe	K	Na	Zn
mg.100g ⁻¹									
G16	0,94h	354,37k	18,08d	4,62d	G19	1,01g	307,63g	25,07a	2,08e
G17	1,33b	359,74i	19,67a	4,49d	G20	1,11f	258,17k	20,00f	2,12e
G18	1,00f	370,92g	19,42b	4,75c	G21	1,21e	266,76j	23,43b	2,20d
G22	1,30c	385,33f	18,80c	2,51f	G25	2,03a	272,14i	23,69b	2,03e
G23	0,68n	357,62j	18,48c	2,38f	G26	2,04a	300,73h	21,41d	2,34c
G24	1,24d	366,68h	19,45b	2,51f	G27	1,87b	311,09g	20,47e	2,26d
G28	1,02e	353,91k	19,74a	5,57a	G31	1,51d	313,88g	20,38e	2,18d
G29	1,45a	355,05k	19,89a	5,09b	G32	1,63c	425,05d	17,16h	2,08e
G30	0,98g	367,57h	19,30b	4,94c	G33	1,67c	501,84c	16,71h	2,16d
G34	0,84j	505,11e	11,53g	3,32e	G37	1,51d	715,22a	19,20g	2,53 ^a
G35	0,88i	514,72c	13,80f	3,37e	G38	1,65c	626,00b	23,73b	2,45b
G36	0,98g	506,48e	15,93e	3,17e	G39	1,54d	62947b	25,56a	2,22d
G40	0,71m	579,92a	19,95a	3,12e	G43	1,10f	404,80f	20,40e	2,22d
G41	076k	513,23d	19,40b	3,16e	G44	1,21e	426,08d	25,28a	2,16d
G42	0,73l	547,06b	19,22b	3,15e	G45	1,20e	411,89e	22,75c	2,07e
Média	0,99B	429,02A	18,18B	3,74A		1,48A	411,45A	21,63A	2,21B
±EP	0,01	0,48	0,17	0,08		0,02	1,78	0,16	0,02
CV (%)	0,74	0,19	1,66	3,92		1,74	0,75	1,27	1,84

Médias seguidas de letras minúsculas iguais (genótipos) e maiúsculas (estádios) não diferem pelo teste de Scott-Knott a 5% de probabilidade de erro, com relação ao mesmo mineral. N-15; CV- coeficiente de variância; EP- erro padrão; IC- intervalo de confiança à 95%; Mínimo- menor valor; Máximo- maior valor.

Para amêndoas de macadâmia, Morgano et al. (2002) reportaram os valores de 2,02; 325,35; 1,68; 1,07 mg.100g⁻¹ para ferro, potássio, sódio e zinco, respectivamente. Para avelã e pecã, foram determinados os valores de 2,86 e 1,89; 693,2 e 493,9; 7,41 e 2,34; 1,93 e 3,98 mg.100g⁻¹ para ferro, potássio, sódio e zinco, respectivamente (Morgano et al., 2002). USDA (2011) apresentaram para avelã e pecã, 4,96 e 2,54; 600,08 e 409,17; 2,43 e 4,52 mg.100g⁻¹ para ferro, potássio e zinco, respectivamente, e para pistache e nozes, 2,92 e 2,89; 10,25 e 440,92; 1,00 e 3,53; 2,20 e 3,10 mg.100g⁻¹ para ferro, potássio, sódio e zinco, respectivamente. Souza et al. (2008) determinaram teor de potássio para amêndoa de sapucaia igual a 690,56 mg.100g⁻¹. Vera et al. (2009) reportaram os valores de 18,81; 0,92 e 2,36 mg.100g⁻¹ para ferro, potássio e zinco, respectivamente, na amêndoa de baru.

Portanto pode-se verificar que a amêndoa do licuri apresenta valores de potássio próximos aos valores reportados para amêndoas de pecã (MORGANO et al., 2002). Em relação ao sódio, os teores determinados na amêndoa do licuri foram superiores aos detectados nas amêndoas de macadâmia, avelã, pecã (MORGANO et al., 2002), pistache e nozes (USDA, 2011) e baru (VERA et al., 2009). Os valores de zinco foram próximos ao das amêndoas com maiores porcentagens deste mineral e o ferro apresentou valores superiores ao teor de amêndoa de baru (VERA et al., 2009).

Tabela 3 - Minerais na amêndoa do licuri colhido nos estádios Pigmentação predominante amarelo claro com extremidades marrons (AC); Pigmentação predominante laranja com traços amarelos e extremidades marrons (LA)

Estádios									
AC					LA				
Genótipos	Fe	K	Na	Zn	Genótipos	Fe	K	Na	Zn
mg.100g ⁻¹									
G16	0,77e	398,01a	16,70d	5,82d	G19	0,76e	358,63c	16,08e	4,00b
G17	0,72e	358,07e	19,98a	5,90d	G20	0,62f	319,73d	16,97d	4,05b
G18	0,82e	360,16d	19,96a	5,55e	G21	0,73e	390,41b	18,71b	4,25b
G22	1,13c	384,38b	18,07b	6,73a	G25	1,42b	398,16a	18,05c	4,74 ^a
G23	1,06c	367,99c	17,58c	6,54b	G26	1,84a	211,42j	18,26c	2,62d
G24	0,97d	311,34g	18,16b	6,03c	G27	1,45b	254,50e	18,17c	2,86d
G28	1,01d	357,33e	15,84f	5,06g	G31	1,40b	210,30j	15,72e	3,51c
G29	1,05c	358,61e	14,47g	5,11g	G32	1,46b	218,39h	17,12d	3,73c
G30	1,08c	321,35f	15,76f	5,23f	G33	1,44b	213,32i	16,71d	3,50c
G34	1,32a	299,22h	16,20e	3,35k	G37	1,05d	239,95g	19,64a	2,25e
G35	1,23b	285,59j	15,61f	3,61j	G38	1,09d	253,53e	19,72a	2,52d
G36	1,30a	292,16i	16,20e	3,56j	G39	1,09d	246,87f	18,84b	2,56d
G40	1,40b	268,45k	12,03h	3,84h	G43	1,10d	197,71l	20,06a	2,66d
G41	0,98d	264,51m	12,14h	3,67i	G44	1,22c	197,56l	19,85a	2,80d
G42	1,09c	266,28l	12,28h	3,84h	G45	1,12d	201,38k	19,56a	2,60d
Média	1,05A	326,23A	16,06B	4,92A		1,19A	260,79B	18,15A	3,24B
±EP	0,03	0,48	0,08	0,04		0,02	0,55	0,21	0,10
CV (%)	5,27	0,26	0,82	1,56		2,52	0,36	1,99	5,16

Médias seguidas de letras minúsculas iguais (genótipos) e maiúsculas (estádios) não diferem pelo teste de Scott-Knott a 5% de probabilidade de erro, com relação ao mesmo mineral. N-15; CV- coeficiente de variância; EP- erro padrão; IC- intervalo de confiança à 95%; Mínimo- menor valor; Máximo- maior valor.

3.2 ÁCIDO ASCÓRBICO

Alimentos que contêm ferro e ácido ascórbico apresentam melhor absorção deste metal pelo organismo, porque o ácido ascórbico aumenta sua biodisponibilidade. Observações in vitro sugerem que o ácido ascórbico pode ser importante para a modulação da síntese de ferritina, e, portanto, para o armazenamento do mineral (HENRIQUES; COZZOLINO, 2009).

O conteúdo de ácido ascórbico, quando comparado os estádios, observou-se um declínio no conteúdo (Tabela 4). O valor médio mais elevado foi do genótipo G5 (6,80 mg.100g⁻¹) no estádio AB e o menor valor foi oriundo do genótipo G7 (4,57 mg.100g⁻¹), no estádio PM.

Tabela 4 - Teor de ácido ascórbico do licuri inteiro, colhido nos estádios Amarelo palha (AP); Amarelo brilhante (AB); estádio Início da pigmentação marrom (PM)

Estádio	Genótipo	Ác. ascórbico (mg.100g ⁻¹)	Média	±EP	CV (%)	Mínimo	Máximo
AP	G1	5,01b	5,47B	0,06	1,82	4,87	5,76
	G2	5,74a					
	G3	5,68a					
AB	G4	6,50c	6,65A	0,02	0,54	6,50	6,82
	G5	6,80a					
	G6	6,66b					
PM	G7	4,57a	4,76C	0,12	4,34	4,40	5,59
	G8	4,79a					
	G9	4,92a					

Médias seguidas de letras minúsculas iguais (genótipos) e maiúsculas (estádios) não diferem pelo teste de Scott-Knott a 5% de probabilidade de erro. N- 3; CV- coeficiente de variância; EP- erro padrão.

As polpas dos frutos dos genótipos de licurizeiro, apresentaram diferenças quanto ao teor de ácido ascórbico, tanto entre genótipos como em relação aos estádios. O teor de ácido ascórbico para os estádios VC e VE diferem entre si, sendo o menor teor determinado 5,82mg.100g⁻¹, oriundo do genótipo G13 e o maior valor foi para o genótipo G11, com teor de 7,71mg.100g⁻¹ (Tabela 5).

Tabela 5 - Ácido ascórbico da polpa do licuri, estádios predominante verde claro com extremidades marrons (VC) e predominante verde escuro com extremidades marrons (VE)

Estádios	Genótipos	Ác. ascórbico (mg.100g ⁻¹)	Média	±EP	CV (%)	Mínimo	Máximo
VC	G10	7,68a	7,62A	0,04	0,87	7,46	7,81
	G11	7,71a					
	G12	7,48b					
VE	G13	5,82b	5,95B	0,04	1,26	5,80	6,22
	G14	6,11a					
	G15	5,91b					

Médias seguidas de letras minúsculas iguais (genótipos) e maiúsculas (estádios) não diferem pelo teste de Scott-Knott a 5% de probabilidade de erro. N-3; CV- coeficiente de variância; EP- erro padrão; IC- intervalo de confiança à 95%; Mínimo- menor valor; Máximo- maior valor.

Os valores médios foram superiores (Tabela 6) aos encontrados por Crepaldi et al. (2001), que relataram traços de ácido ascórbico na polpa do licuri maduro.

Com a maturação ocorreu ligeira diminuição no teor de ácido ascórbico que de acordo com Chitarra e Chitarra (2005), pode estar relacionada à oxidação do ácido devido à atuação da enzima ácido ascórbico oxidase, ou pela ação de enzimas oxidantes como a peroxidase.

Tabela 6 - Ácido ascórbico na polpa do licuri, colhido nos estádios Pigmentação predominante amarelo claro com extremidades marrons(AC) e Pigmentação predominante laranja com traços amarelos e extremidades marrons (LA)

Estádio			
AC		LA	
Genótipos	Ác. ascórbico (mg.100g ⁻¹)	Genótipos	Ác. ascórbico (mg.100g ⁻¹)
G16	2,00f	G19	2,56i
G17	2,78d	G20	2,77h
G18	2,66d	G21	2,62i
G22	2,32e	G25	2,30k
G23	2,45e	G26	2,19k
G24	2,31e	G27	2,45j
G28	5,33c	G31	3,70d
G29	5,33c	G32	3,81d
G30	5,73b	G33	3,52e
G34	6,00a	G37	5,53b
G35	5,68b	G38	5,38c
G36	6,00a	G39	6,01 ^a
G40	5,73b	G43	3,78d
G41	5,13c	G44	3,06g
G42	5,21c	G45	3,22f
Média	4,30a		3,53B
±EP	0,08		0,04
CV (%)	3,21		2,22
Mínimo	2,00		2,18
Máximo	6,60		6,01

Médias seguidas de letras minúsculas iguais (genótipos) e maiúsculas (estádios) não diferem pelo teste de Scott-Knott a 5% de probabilidade de erro. N-15; CV- coeficiente de variância; EP- erro padrão; IC- intervalo de confiança à 95%; Mínimo- menor valor; Máximo- maior valor.

O conteúdo de ácido ascórbico na amêndoa diferiu entre genótipos e foi mais baixo, com relação ao fruto inteiro e a polpa (Tabela 7) .

Estes resultados para a amêndoa, mostram baixo teor em ácido ascórbico, similar aos resultados reportados por Crepaldi et al. (2001), que não detectaram ácido ascórbico na amêndoa do licuri. Kendall et al. (2010), apresentando o perfil nutricional de outras oleaginosas, reportam também inexpressivos conteúdos de ácido ascórbico para castanha de caju (0,1mg/28g), noz-pecã (0,3mg/28g), pistache (1,6mg/28g), nozes (0,4mg/28g). De modo geral, os resultados indicam que as amêndoas do licuri também não se confirma como fonte expressiva de ácido ascórbico.

Tabela 7 - Teor de ácido ascórbico na amêndoa do licuri colhido nos estádios de maturação, Pigmentação predominante amarelo claro com extremidades marrons (AC) e estágio Pigmentação predominante laranja com traços amarelos e extremidades marrons (LA)

Estádio			
AC		LA	
Genótipos	Ác. ascórbico (mg.100g ⁻¹)	Genótipos	Ác. ascórbico (mg.100g ⁻¹)
G16	0,4d	G19	0,80j
G17	0,65c	G20	0,65k
G18	0,61c	G21	0,61l
G22	0,95b	G25	1,33g
G23	0,99b	G26	1,76b
G24	0,98b	G27	1,66d
G28	0,86b	G31	1,72c
G29	0,81b	G32	1,10i
G30	0,85b	G33	1,31h
G34	1,10a	G37	1,51e
G35	1,25a	G38	1,67d
G36	1,13a	G39	1,45f
G40	0,85b	G43	1,71c
G41	1,07a	G44	1,71c
G42	0,82b	G45	1,82 ^a
Média	0,88B		1,39A
±EP	0,07		0,01
CV (%)	13,54		1,11
Mínimo	0,40		0,60
Máximo	1,25		1,83

Médias seguidas de letras minúsculas iguais (genótipos) e maiúsculas (estádios) não diferem pelo teste de Scott-Knott a 5% de probabilidade de erro. N-15; CV- coeficiente de variância; EP- erro padrão; IC- intervalo de confiança à 95%; Mínimo- menor valor; Máximo- maior valor.

3.3 POLIFENÓIS EXTRAÍVEIS TOTAIS (PET)

Os conteúdos de polifenóis totais da polpa e amêndoa desengordurada (resíduo) dos fruto do licuri, colhidos na maturidade estão representados na Tabela 8. Os fenólicos, compostos amplamente encontrados na natureza, alguns dos quais exercem também função de antioxidantes naturais, foram encontrados em maior conteúdo na amêndoa desengordurada do que na polpa.

Pode-se observar ligeiro aumento no teor médio de PET do estágio AC (123,06 mg.100g⁻¹) para o estágio LA (136,64 mg.100g⁻¹), valores superiores aos encontrados na maioria das polpas consumidas no Brasil, como açaí (*Euterpe oleracea*) com 136,8 mg.100g⁻¹ ; goiaba (*Psidium guayava*) com 83,1 mg.100g⁻¹ ; e maracujá (*Passiflora edulis*) com 20,2 mg.100g⁻¹ (KUSKOSKI et al., 2005). Portanto, o valor médio encontrado para a polpa de licuri nesta pesquisa (136,64 mg.100g⁻¹) indica que esta polpa possui alto teor de fenólicos totais, sendo superior a outros frutos, mas inferior ao encontrado na polpa de pequi, de 209 mg.100g⁻¹ (LIMA et al., 2007).

Na amêndoa desengordurada foi determinado valor médio de fenólicos extraíveis totais igual a 270,39 mg.100g⁻¹, valor superior ao encontrado para a amêndoa de pequi, 122,0 mg.100g⁻¹ (LIMA et al., 2007). Este valor é bastante significativo, baseado no fato que atualmente o resíduo da amêndoa do licuri após a extração do óleo é utilizado para ração animal, podendo este, portanto, ser utilizado para alimentação humana.

O alto teor de polifenóis encontrados em ambas as partes do fruto (polpa e amêndoa) confere ao licuri características de um alimento promissor em relação ao valor nutritivo para consumo fresco e para processamento, vantajoso para a população das regiões da caatinga.

Tabela 8 - Polifenóis extraíveis totais das polpas e amêndoas desengorduradas (resíduos) do licuri colhido nos estádios Pigmentação predominante amarelo claro com extremidades marrons (AC); estágio Pigmentação predominante laranja com traços amarelos e extremidades marrons (LA)

Estádios					
AC			LA		
Genótipos	Teor de fenólicos (mg.100g ⁻¹)		Genótipos	Teor de fenólicos (mg.100g ⁻¹)	
	Polpa	Amêndoa desengordurada		Polpa	Amêndoa desengordurada
G16	76,03m	264,54a	G19	100,43l	300,06e
G17	79,54l	254,43b	G20	109,23j	294,30f
G18	70,29n	241,12c	G21	101,45k	288,59g
G22	169,89b	222,99h	G25	177,75c	232,34n
G23	175,84a	227,41f	G26	188,54a	227,45p
G24	169,78b	224,89g	G27	179,11b	234,22m
G28	154,98d	135,78o	G31	93,56n	239,49l
G29	145,49e	137,06n	G32	90,04o	231,05o
G30	167,02c	140,67m	G33	97,32m	240,42k
G34	92,44j	232,64e	G37	145,65h	268,10i
G35	89,34k	235,76d	G38	153,44f	260,86j
G36	96,95i	218,97i	G39	142,23i	269,32h
G40	118,31g	155,18k	G43	157,56e	309,21d
G41	114,69h	155,26j	G44	150,31g	320,09b
G42	125,28f	151,42l	G45	164,15d	340,30a
Média	123,06B	199,89B		136,64A	270,39A
±EP	0,14	0,14		0,15	0,13
CV (%)	0,20	0,12		0,19	0,10

Médias seguidas de letras minúsculas iguais (genótipos) e maiúsculas (estádios) não diferem pelo teste de Scott-Knott a 5% de probabilidade de erro para o mesmo parâmetro. N-15; CV- coeficiente de variância; EP- erro padrão; IC- intervalo de confiança à 95%; Mínimo- menor valor; Máximo- maior valor.

3.4 ATIVIDADE ANTIOXIDANTE (AA)

A atividade antioxidante da polpa do licuri apresentou ligeiro aumento a medida que o fruto amadureceu, mostrado pelo decréscimo do valor médio do EC₅₀ (quantidade de polpa do licuri em g necessária para reduzir 50% da concentração inicial do DPPH- g.gDPPH⁻¹), que passou de 382,12 para 344,11 g.gDPPH⁻¹ (Tabela 9).

Comportamento inverso aconteceu com a amêndoa desengordurada, cuja atividade antioxidante apresentou uma diminuição com o avanço na maturidade do fruto, através do acréscimo no valor médio do EC_{50} (quantidade de polpa do licuri em g necessária para reduzir 50% da concentração inicial do DPPH- $g.gDPPH^{-1}$), que no estágio AC obteve valor igual a 68,72 $g.gDPPH^{-1}$ e no estágio LA apresentou valor de 75,48 $g.gDPPH^{-1}$, portanto com atividade antioxidante muito superior à polpa.

Tabela 9 - Atividade antioxidante da polpa e da amêndoa desengordurada (resíduo) do licuri colhido nos estádios Pigmentação predominante amarelo claro com extremidades marrons (AC); estágio Pigmentação predominante laranja com traços amarelos e extremidades marrons (LA)

Estádios					
AC			LA		
Genótipos	Atividade antioxidante (EC_{50})		Genótipos	Atividade antioxidante (EC_{50})	
	Polpa	Amêndoa desengordurada		Polpa	Amêndoa desengordurada
G16	332,89n	69,76c	G19	329,50h	74,38e
G17	347,86k	68,50e	G20	353,64d	76,20c
G18	351,80j	70,09c	G21	347,24e	77,88a
G22	388,54h	70,14c	G25	306,5l	72,55f
G23	397,30f	68,68e	G26	326,04i	75,05c
G24	380,51i	69,34d	G27	329,42h	76,67b
G28	325,64o	65,87h	G31	314,99k	76,25c
G29	345,56l	61,45i	G32	325,20j	75,23d
G30	342,33m	65,87h	G33	301,84m	72,60f
G34	429,41b	72,65b	G37	331,56g	74,63e
G35	442,47a	73,03b	G38	339,56f	76,34c
G36	411,12e	75,82a	G39	346,99e	75,00d
G40	415,33d	65,34h	G43	408,30a	75,07d
G41	428,06c	67,71f	G44	404,42b	75,46d
G42	392,98g	66,80g	G45	397,04c	76,97b
Média	382,12A	68,72B		344,11B	75,48A
±EP	0,23	0,15		0,19	0,16
CV (%)	0,10	0,36		0,09	0,30

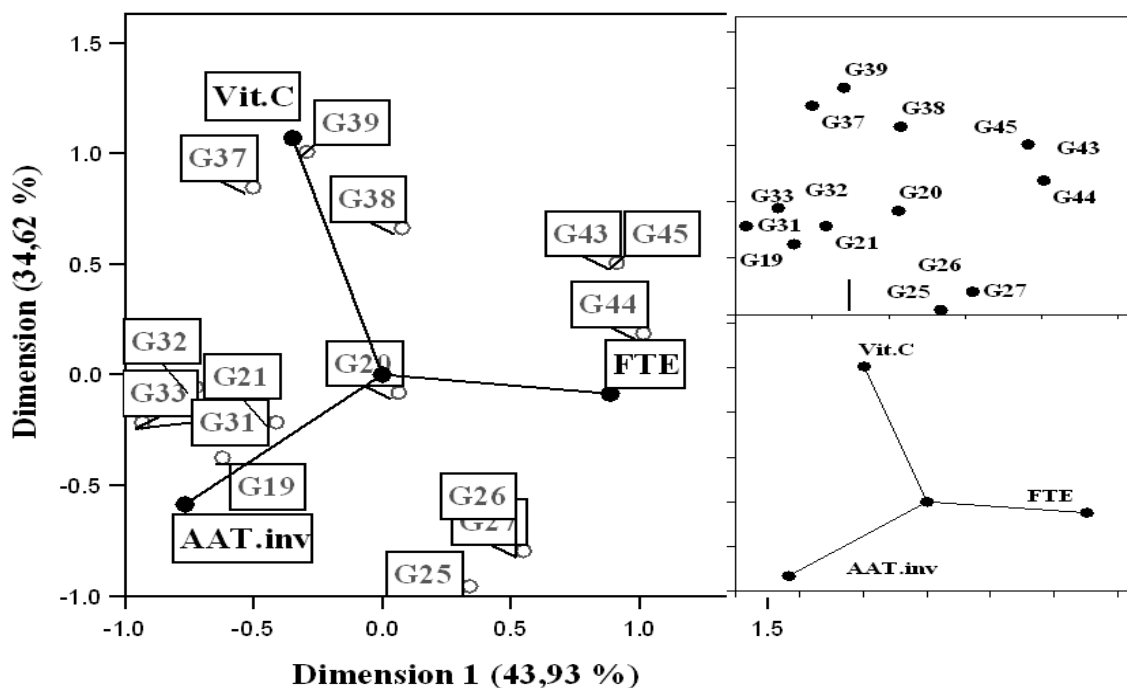
Médias seguidas de letras minúsculas iguais (genótipos) e maiúsculas (estádios) não diferem pelo teste de Scott-Knott a 5% de probabilidade de erro, para o mesmo parâmetro. N-15; CV- coeficiente de variância; EP- erro padrão; IC- intervalo de confiança à 95%; Mínimo- menor valor; Máximo- maior valor.

Rufino et al. (2010) determinaram para frutos de camu-camu, jaboticaba, jabolão, murta e uvaia valores de 478, 1472, 3025, 936 e 3247 $g.gDPPH^{-1}$, respectivamente, portanto, licuri se apresenta como um fruto de bom potencial antioxidante para consumo.

3.5 ANÁLISE DE COMPONENTES PRINCIPAIS

A Análise de Componentes Principais (ACP) categorizada constitui-se de uma robusta ferramenta estatística multivariada de correlação, a qual informa os agrupamentos e diferenças dentre genótipos pelas semelhanças quantos aos compostos bioativos na polpa do fruto (Figura 1). Na ACP de licuri destaca-se que os genótipos G19, G21, G31, G32 e G33 formaram um grupo de plantas com maior capacidade antioxidante na polpa, enquanto que os de número G37, G38 e G39 apresentaram os maiores conteúdos de ácido ascórbico e os genótipos G43, G44 e G45 se destacaram pelas quantidades superiores de fenólicos extraíveis. O G20, em posição gráfica perfeitamente intermediária, possivelmente é o que apresenta o melhor balanceamento quantitativo dentre os bioativos estudados. Enquanto o grupo formado pelos G25, G26 e G27 deve representar as plantas com os menores conteúdos de ácido ascórbico, pela posição inversa, porém equilibrado quanto à AA e PET.

Figura 1 - Análise de componentes principais, relativa ao conteúdo de ácido ascórbico (Vit. C), atividade antioxidante (AAT) e polifenóis extraíveis totais (FTE) em polpas de licuri colhido de cachos de 15 genótipos de licurizeiros



4 CONCLUSÕES

O licuri é uma fonte expressiva de potássio e sódio, tanto na polpa quanto na amêndoa e de polifenóis extraíveis totais.

Os teores de ácido ascórbico aumentam com a maturação e diminui ligeiramente no fruto maduro, sendo menor o conteúdo da amêndoa que na polpa.

Tanto a polpa quanto a amêndoa desengordurada do licuri apresentaram elevada atividade antioxidante, 344,45 e 68,68 g.gDPPH⁻¹, respectivamente, confirmando que tem-se um fruto com propriedades funcionais importantes e sua palmeira com elevado potencial de exploração na flora nativa do Semiárido.

REFERÊNCIAS

ALBERT, C. M.; GAZIANO, J. M.; WILLET, W. C.; MANSON, J.E.; Nut composition and decreased risk of sudden cardiac death in the Physicians Health Study. **Arch Int Med**, v. 162, p. 1382-1387, 2002.

ANDRADE-WARTHA, E.R.S. **Propriedades antioxidantes de clones do pedúnculo de caju (*Anacardium occidentale* L.):** efeito sobre a lipoperoxidação e enzimas participantes do sistema antioxidante de defesa do organismo animal. 2007. 11p. Tese (Doutorado)-Faculdade de Ciências Farmacêuticas, Universidade de São Paulo, São Paulo.

AOAC. **Official Methods of Analysis of the Association of Analytical Chemists International**, 17ª. Edição, V. II. USA: Washington, 2005.

ARABBI, P.R.; GENOVESE, M.I.; LAJOLO, F.M. Flavonoids in vegetable foods commonly consumed in Brazil and estimated by the Brazilian population. **J. Agric. Food Chem.**, v. 52, p. 1.124-1.131, 2004.

BONDAR, G. O. **Licurizeiro e suas potencialidades na economia brasileira**. Bahia: Instituto Central de Fomento Econômico da Bahia, 1938.

BRAND-WILLIAMS, W.; CUVELIER, M. E.; BERSET, C. Use of a free radical method to evaluate antioxidant activity. **Lebensmittel-Wissenschaft & Technologie**, v. 28, p. 25-30, 1995.

CHEN, C. Y. O.; BLUMBERG, J. B. "Phytochemical composition of nuts". **Asia Pacific J Clin Nutr**, v. 17, n.1, p. 524-558, 2008.

CHITARRA, M. I. F.; CHITARRA, A. B. **Pós-colheita de Frutos e Hortaliças: fisiologia e manuseio**. 2. ed. Lavras: UFLA, 2005.

COELHO, K. D.; GOMES, J. A. **Desenvolvimento e avaliação da aceitação de cereais matinais a barra de cereais à base de amaranto (*Amaranthus cruentus* L.)**. Dissertação (Mestre em Nutrição Humana Aplicada. Universidade de São Paulo-SP, 2006.

COSTA, Neuza M. B.; ROSA, Carla de O. B. In: COSTA, N. M. B. ; ROSA, C. de O. B. **Alimentos funcionais. Componentes bioativos e efeitos fisiológicos**. Rio de Janeiro : Editora Rubio, p.3-7, 2010.

CREPALDI, C. I.; MURADIAN, L. B. A.; RIOS, M. D. G.; PENTEADO, M. V. C.; SALATINO, A. Composição nutricional do fruto de licuri (*Syagrus coronata* (Martius) Beccari). **Revista Brasileira de Botânica**, v. 24, n. 2, p. 155-159, 2001.

ELLSWORTH, J. T.; KUSHI, L. H.; FOLSOM, A. R.; Frequent nut intake and risk of death from coronary heart disease and all causes in postmenopausal women: the Iowa women's health study. **Nutr. Metab. Cardio Dis**, v. 11, n. 6, p. 372-377, 2001.

FENNEMA, O. R. **Química de alimentos**. 4.ed. Porto Alegre: Artmed, 1095p, 2010.

FERRARI, C. C.; SOARES, L. M. V. Concentrações de sódio em bebidas carbonatadas nacionais. **Revista Ciência e Tecnologia de Alimentos**, Campinas, v.23, n.3, p. 414-417, 2003.

FRANCO, G. **Nutrição: texto básico e tabelas de composição química dos alimentos**, 9ª edição, São Paulo: ATHENEU, 1992.

FRASER, G. E.; SABATÉ, J.; BEESON W. L.; STRAHAN, T. M. A possible protective effect of nut consumption on risk of coronary heart disease. The Adventist health study. **Arch Int Med**, v. 152, n.7, p. 416-424, 1992.

GARRIDO, I.; MONAGAS, M.; GÓMEZ-CORDOVÉS, C.; BARTOLOMÉ, B. Polyphenols and antioxidant properties of almonds skins: influence of industrial processing. **J Food Sci**, v.73, p106-115, 2008.

HARBORNE, J.B.; WILLIAMS, C.A. Advances in flavonoid research since 1992. **Phytochemistry**, v. 55, n. 6, p. 481-504. 2000.

HENRIQUES, Gilberto S. & COZZOLINO, Sílvia. M. F. In: COZZOLINO, S. M. F. **Biodisponibilidade de Nutrientes**, São Paulo, Ed. Manole, p. 185-206, 3ª edição, p.473-496, 2009.

HU, F. B.; STAMPFER, M. J.; MANSON, J. E.; RIMM, E. B.; COLDITZ, G. A.; ROSNER, B. A. et al. Frequent nut consumption and risk of coronary heart disease in women: prospective cohort study. **Br med J**, v. 317, n. 7169, p. 341-345, 1998.

JIANG, R.; JACOBS, D. R. Jr.; MAYER-DAVIS, E.; SZKIO, M. HERRINGTON, D.; JENNY, N. S. et al. Nut and seed consumption and inflammatory markers in the multi-ethnic study of atherosclerosis. **American J Epidemiol**, v. 163, p. 222-231, 2006.

KENDALL, C. W. C.; ESFAHANI, A.; TRUAN, J.; SRICHAIKUL, K.; JENKINS, D. J. A. Health benefits of nuts in prevention and management of diabetes. **Asia Pacific Journal of Clinical Nutrition**, v. 19, n. 1, p. 110-116, 2010.

KUSKOSKI, E. M.; ASUERO, G. A.; TRONCOSO, A. MA.; MANCINI-FILHO, J.; FETT, R. Aplicación de diversos métodos químicos para determinar actividad antioxidante em pulpa de frutos. **Revista de Ciência e Tecnologia de Alimentos**, Campinas, v.25, n.4, 2005, p. 726-732, 2005.

LARRAURI, J.A.; RUPÉREZ, P.; SAURA-CALIXTO, F. Effect of drying temperature on the stability of polyphenols and antioxidant activity of red grape pomace peels. **J. agric. Food Chem.** v.45, 1997, p.1390-1393, 1997.

LIMA, A. de; SILVA, A. M. de O. e; TRINDADE, R. A.; TORRES, R. P.; MANCINI-FILHO, J. Composição química e compostos bioativos presentes na polpa e na amêndoa de pequi (*Caryocar brasiliense*, Camb.). In: **Revista Brasileira de Fruticultura**, v. 29, n.3, Jaboticabal, dez. 2007, p. 695-698, 2007.

LOPES, V. S. **Morfologia e fenologia reprodutiva do ariri (*Syagrus vagan* (Bondar) Hawkes) ARECACEAE- numa área de caatinga do município de Senhor do Bonfim-BA.** Dissertação de Mestrado em Agronomia/Faculdade de Ciências Agrárias/Universidade Federal da Paraíba : Areia, 2007.

MEDEIROS-COSTA, J. T. As espécies de palmeiras (Arecaceae) do Estado de Pernambuco, Brasil. p. 229-236, In: TABARELLI, M.; SILVA, J. M. C. **Diagnóstico da biodiversidade de Pernambuco**. Recife, SECTMA & Massangana, 2002.

MORGANO, M.A.; SERAFIM, F.G.; FERREIRA, M.M.C.; PAULUCI, L.F.; SILVA, M.G.; MANTOVANI, D.M.B. Caracterização mineral de diferentes nozes. **XVIII Congresso Brasileiro de Ciência e Tecnologia de Alimentos (CBCTA)**, Porto Alegre, RS, Anais, p. 3752-3755, 2002.

MORI, Alisa; MATTES, Richard D. In: COSTA, N. M. B. ; ROSA, C. de O. B. **Alimentos funcionais. Componentes bioativos e efeitos fisiológicos**. Rio de Janeiro : Editora Rubio, p.209-227, 2010.

MUNSELL color charts for plant tissues, MacBeth division of Kollmoralin instruments corporation. New York, 1976.

NAPPI, J. A.; VASS, E. Interaction of iron with reactive intermediate of oxygen and nitrogen. In: **Int J Dev Neurosci**, n.24, p.134-142, 2002.

OLIVEIRA, M. E. B. de; GUERRA, N. B.; MAIA, A. de H. N.; ALVES, R. E.; MATOS, N. M. dos S.; SAMPAIO, F. G. M.; LOPES, M. M. T. Características químicas e físico-químicas de pequis da Chapada do Araripe, Ceará. In: **Rev. Brás. Frutic.**, v.32, n.1, Jaboticabal, mar. 2010.

PELUZIO, Maria do Carmo G.; ROSA, Damiana D.; OLIVEIRA, Vanessa P. In: COSTA, N. M. B. ; ROSA, C. de O. B. **Alimentos funcionais. Componentes bioativos e efeitos fisiológicos**. Rio de Janeiro : Editora Rubio, p.37-57, 2010.

PHILIPS, K. M.; RUGGIO, D. M.; ASHRAF-KHORASSANI, M. Phytosterol composition of nuts and seeds commonly consumed in the United States. In: **J. Agric Food chemistry**, v. 53, p. 9436-9445, 2005.

RICE-EVANS, C.; MILLER, N.J.; PAGANGA, G. Structure-antioxidant activity relationships of flavonoids and phenolic acids. **Free Rad. Biol. Med.**, New York, v. 20, n. 7, p. 933-956, 1996.

RUFINO, M. U. de L.; COSTA, J. T. de M.; SILVA, V. A. da; ANDRADE, L. de H. C. Conhecimento e uso do ouricuri (*Syagrus coronata*) e do babaçu (*Orbignya phalerata*) em Buíque, PE, Brasil, **Acta Botânica Brasilica**, v. 22, n.4, p. 1141-1149, 2008.

RUFINO, M. S. M.; ALVES, R. E., BRITO, E. S.; PEREZ-JIMENEZ, J.; SAURA-CALIXTO, F.; MANCINI-FILHO, J. Bioactive compounds and antioxidant capacities of 18 non-traditional tropical fruits from Brazil, **Food Chemistry**, n.121, p. 996-1002, 2010.

SCALBERT, A.; WILLIAMSON, G. Dietary intake and bioavailability of polyphenols. **J Nutr**, v.130, p. 2073S-2085S, 2000.

SOUZA, V. A. B.; CARVALHO, M. G.; SANTOS, K. S.; FERREIRA, C. S. Características físicas de frutos e amêndoas e características químico-nutricionais de amêndoas de acessos de Sapucaia. **Revista Brasileira de Fruticultura**, v. 30, n. 4, p.946-952, 2008.

TEDESCO, M. J. **Extração simultânea de N, P, K, Ca e Mg em tecido de plantas por digestão de H₂O₂.H₂SO₄**. Porto Alegre: Departamento de solos/Universidade Federal do Rio Grande do Sul, 1982.

USDA. United States Department of Agriculture, Agricultural Research Service National Nutrient database for standard reference, Release 23. (p.1-26) Disponível em: < <http://www.ars.usda.gov/SP2UserFiles/Place/12354500/Data/SR23/nutrlist/sr23a306.pdf>>. Acesso em: 18 ago. 2011.

VERA, R.; JUNIOR, M. S. S.; NAVES, R. V.; SOUZA, E. B. de; FERNANDES, E. P.; CALIARE, M.; LEANDRO, W. M. Características químicas de amêndoas de Barueiros (*Dipteryx alata* Vog.) de Ocorrência Natural no Cerrado do Estado de Goiás, Brasil. **Rev. Bras. Frutic.**, v.31, n.1, Jaboticabal, mar., p. 112-118, 2009.

YUYAMA, Lucia. K. O.; YONEKURA, Lina; AGUIAR, Jaime. P. L.; RODRIGUES, Maria. de Lourdes C. F.; COZZOLINO, Sílvia, M. F. In: COZZOLINO, S. M. F. **Biodisponibilidade de Nutrientes**, São Paulo, Ed. Manole, p. 185-206, 3. ed. p.512-538, 2009.

**QUALIDADE, PERFIL DE ÁCIDOS GRAXOS, ATIVIDADE
ANTIOXIDANTE DO ÓLEO DE AMENDOAS DO FRUTO DO
LICURIZEIRO (*Syagrus coronata*)**

CAPÍTULO 5

Katia Elizabeth de Souza Miranda¹, Silvanda de Melo Silva²

¹ M.Sc., Prof. IFBA e UNEB, Doutoranda do PPGCTA/CT/UFPB, João Pessoa – PB. E-mail: kemiranda@ig.com.br.

² PhD, Universidade Federal da Paraíba/DCFS/CCA, Campus de Areia/PB, Caixa Postal 04, CEP 58397-970, Areia-PB. E-mail: silvasil@cca.ufpb.br

RESUMO

O objetivo deste trabalho foi avaliar a qualidade do óleo da amêndoa do fruto do licurizeiro (*Syagrus coronata*), quanto às características físico-químicas, perfil de ácidos graxos, capacidade antioxidante e estabilidade térmica. Os frutos foram colhidos de diferentes genótipos nos estádios de maturação predominante amarelo claro com as extremidades marrons (AC) e predominante laranja com traços amarelos e extremidades marrons (LA). Foram determinados umidade, cinzas, índice de acidez, índice de saponificação, índice de peróxido, índice de refração, índice de iodo, viscosidade cinemática, densidade, ponto de névoa, ponto de fluidez, perfil de ácidos graxos, capacidade antioxidante e estabilidade térmica do óleo da amêndoa do fruto do licuri. O delineamento utilizado foi o inteiramente casualizado e os dados submetidos à análise de variância e as médias comparadas pelo teste de Scott-Knott a 5% de probabilidade. O óleo do licuri apresentou características físico-químicas adequadas para óleos brutos e em relação ao perfil de ácidos graxos, revelou teor de ácido oléico de 10,96 % no estágio de maturação LA. O óleo do licuri apresentou elevada capacidade antioxidante e boa estabilidade térmica.

Palavras-chave: Estádios de maturação. Ácidos graxos saturados. Estabilidade térmica.

QUALITY, FATTY ACID PROFILE, ANTIOXIDANT ACTIVITY OF THE NUT OIL OF LICURY FRUIT TREE

ABSTRACT

The objective of this study was to evaluate the quality of the nut oil of licuri tree (*Syagrus coronata*) fruit, related to the physico-chemical characteristics, fatty acids profile, antioxidant capacity, and thermal stability. The fruits of different genotypes were harvested in the maturity stages predominantly yellow with brown edges (AC), and predominant orange yellowish with brown edges (LA). It was evaluated moisture, ash, acidity index, saponification index, peroxide index, refractive index, iodine index, kinematic viscosity, density, cloud point, fluidity point, fatty acid profiles, antioxidant capacity, and thermal stability of the oil extracted from the nut of the licuri tree fruit. The experimental design was completely randomized and the data subjected to analysis of variance and means were compared by Scott-Knott test at 5% probability. The licuri oil presented physical and chemical characteristics suitable for crude oils and in relation to the profile of fatty acids, oleic acid showed a 10.96% in the maturation stage LA. The licuri oil showed high antioxidant capacity and good thermal stability.

Key words: Maturity stage. Saturated fatty acids. Thermal stability.

1 INTRODUÇÃO

As palmeiras nativas possuem frutos de elevado potencial oleaginosos, podendo ser grandes produtoras de óleos comestíveis e para outros fins, como biodiesel, sendo necessário um estudo aprofundado sobre sua qualidade (WATSON; DALLWITZ, 1999). Nesse sentido, os frutos de palmeiras, especialmente a amêndoa, são as fontes principais de ácido láurico em proporções que variam de 40-50 % dos triacilgliceróis dos óleos ou gorduras. Os óleos vegetais têm sido associados aos alimentos funcionais, pois muito desses frutos contém significativos teores de fitoesteróis e vitaminas A e E (MORETTO; FETT, 1998). O perfil de ácidos graxos específico das oleaginosas, no entanto, está relacionado com a espécie, genótipo e também, com o clima e local em que é produzido (SATHE et al., 2008), e varia bastante de acordo com as oleaginosas (COZZOLINO, 2009).

As propriedades dos lipídeos são importantes na definição da qualidade, conservação e processamento de produtos (POMERANZ, 1991). As características normalmente avaliadas são o índice de acidez, que revela o estado de conservação do óleo; índice de saponificação, que indica a presença de óleos e gorduras de baixo peso molecular, em mistura com outros óleos e gorduras; índice de refração, relacionado com o grau de saturação e com o teor de ácidos graxos livres, oxidação e resistência ao tratamento térmico; índice de iodo, que indica o grau de insaturação; índice de peróxido que é utilizado para medir o estado de oxidação de óleos e gorduras; cinzas, que determina o resíduo remanescente depois de incineração; densidade, que indica a razão da massa da amostra em relação a da água por unidade de volume; umidade, para determinar o teor de água (AOCS, 1990); viscosidade cinemática que determina o tempo necessário para escoamento de determinado volume de óleo (BROCK et al., 2008); ponto de névoa que consiste em submeter a amostra a um resfriamento até o ponto no qual os primeiros cristais começam a se formar; e ponto de fluidez que consiste na menor temperatura na qual o óleo irá fluir (SOLDI, 2006).

A viscosidade é parâmetro fundamental para caracterização da textura do óleo, até a transformação e obtenção de ésteres a partir de triacilglicerídeos (CONCEIÇÃO et al., 2005). Assim, qualquer que seja a utilização dos óleos vegetais, o conhecimento de propriedades termofísicas, tais como densidade e viscosidade, é importante para a elaboração de projetos de equipamentos e de processos ou mesmo para especificação do produto (BROCK et al., 2008).

Óleos e gorduras vegetais estão sujeitos a tratamentos térmicos durante o processamento, exigindo a avaliação da sua estabilidade térmica, oxidativa e consequentemente, determinando a qualidade destes compostos (FARIA et al., 2002). A

análise térmica é um método frequentemente utilizado para caracterizar a auto-oxidação de óleos e gorduras, que consiste em medir as suas propriedades em função da temperatura ou do tempo, enquanto essa substância é submetida a uma programação controlada de temperatura (MOTHÉ; AZEVEDO, 2002; SKOOG et al., 2002).

Em alimentos com alto teor de lipídeos, a rancificação auto-oxidativa é uma das principais reações de deterioração, implicando no aparecimento de sabores e odores anômalos. Essa reação de deterioração provoca redução no valor nutritivo do alimento, como consequência da perda de ácidos graxos essenciais (ORDÓÑEZ et al., 2005). Os principais substratos da reação de oxidação lipídica são os ácidos graxos insaturados, pois as ligações duplas são centros ativos que podem reagir com o oxigênio (HAMILTON, 1994).

Os antioxidantes estão presentes de forma natural ou intencional nas gorduras e alimentos para retardar o início da oxidação, mantendo intactas suas características sensoriais (ANDREO; JORGE, 2006). Os antioxidantes naturais de óleos vegetais apresentam potencial efeito na prevenção de doenças crônicas, pois são capazes de proteger sistemas biológicos contra a ação de espécies reativas de oxigênio e nitrogênio, responsáveis por danos oxidativos aos lipídeos, proteínas e ácidos nucleicos (SZYDLOWSKA-CZERNIAK et al., 2008; RAMADAN; MOERSEL, 2006). Além de apresentarem bioatividade no organismo humano, os antioxidantes naturais protegem os óleos vegetais contra a ação de radicais livres que iniciam e perpetuam a peroxidação lipídica, que consiste na principal forma de degradação dos óleos vegetais e em importante fonte de prejuízos para a indústria de alimentos (CHAIYASIT et al., 2007).

Neste contexto, o presente trabalho tem por objetivo avaliar as propriedades do óleo da amêndoa do licuri, visando caracterizar de forma aprofundada a sua qualidade, em termos de descrição das características físicas e físico-químicas do perfil de ácidos graxos, da capacidade antioxidante e da estabilidade térmica.

2 MATERIAL E MÉTODOS

2.1 Instalação e condução dos experimentos

Os cachos de frutos do licurizeiro foram colhidos manualmente no período de 2009-2011, de trinta genótipos de ocorrência espontânea de cinco propriedades rurais do município de Buíque, Estado de Pernambuco. A seleção para colheita foi de acordo com a coloração predominante dos frutos de cada cacho, os quais foram colhidos em dois estádios de

maturação: frutos de coloração Pigmentação predominante amarelo claro com extremidades marrons (AC); frutos com polpa fibrosa amarela e amêndoa branca e frutos de coloração Pigmentação predominante laranja com traços amarelos e extremidades marrons (LA), que já estavam sendo descartados dos cachos, sendo transportados ao laboratório em caixas protegidas.

O experimento foi desenvolvido na Universidade Federal da Paraíba (UFPB), em João Pessoa. No laboratório, os frutos foram selecionados quanto à maturação e uniformidade de tamanho. Nas avaliações foram utilizados frutos de quinze genótipos para cada estágio de maturação. Os frutos foram separados em três repetições de 500 g, os quais foram descascados, despolpados e a amêndoa retirada do endocarpo manualmente.

Três repetições de amêndoas com 500 g de cada cacho, foram separados para as análises iniciais e em seguida acondicionados em sacos plásticos vedados e armazenados sob congelamento à temperatura média de -20 °C.

Tabela 1 - Identificação dos genótipos do licurizeiro de ocorrência espontânea do município de Buíque-PE

Estádio de maturação	Genótipo
Pigmentação predominante amarela clara com extremidades marrons (AC)	G16
	G17
	G18
	G22
	G23
	G24
	G28
	G29
	G30
	G34
	G35
	G36
	G40
	G41
	G42
Pigmentação predominante laranja com traços amarelos e extremidades marrons (LA)	G19
	G20
	G21
	G25
	G26
	G27
	G31
	G32
	G33
	G37
	G38
	G39
	G43
	G44
	G45

2.2 Delineamento Experimental

O experimento foi instalado em delineamento inteiramente casualizado, sendo os tratamentos constituídos pela colheita de três cachos dos diferentes genótipos, em dois estádios de maturação, sendo de cada cacho composto três repetições de 500 g de amêndoas por genótipo.

2.3 Extração do óleo

A extração do óleo da amêndoa foi realizada por dois procedimentos. Para avaliações físico-químicas e perfil de ácidos graxos, as amêndoas foram previamente desidratadas em estufa a 70°C e em seguida trituradas a fim de obter uma extração do óleo mais eficiente. Foi utilizado o método de Soxhlet, com hexano como solvente, por oito horas, utilizando-se extrator Marconi modelo MA – 487 (AOAC, 2000); Para determinação da capacidade de antioxidante, foi utilizado para extração o método de Bligh-Dyer (1959), no qual a amêndoa é misturada com três solventes: clorofórmio, metanol e água, formando duas fases distintas, uma de clorofórmio com lipídeos e outra metanol e água. As fases foram separadas em funil de separação, sendo a fase de clorofórmio contendo a fração lipídica, levada ao rotaevaporador à temperatura de 45°C, para obtenção do óleo. Após a extração, o óleo foi acondicionado em recipientes de vidro de cor escura e armazenados -20°C.

2.4 Avaliações

2.4.1 Físico-químicas

Umidade (%): realizada em titulador Karl- Fischer MKC-501 da KEM Kyoto Eletronics (ASTM D 6304, 1999); **Cinzas (%)**: determinadas por gravimetria com utilização de mufla a 550°C (AOCS, 1990); **Índice de acidez** (mgKOH.g⁻¹): determinado por titulometria usando solução de hidróxido de potássio (AOCS, 1990); **Índice de saponificação** (mgKOH.g⁻¹): utilizado por titulometria e solução de ácido clorídrico a 0,5M, como agente titulante (AOCS, 1990); **Índice de peróxido** (meq.1000g⁻¹): determinado pelo método titulométrico utilizando-se como solução titulante o tiosulfato de sódio 0,1M (AOCS, 1990); **Índice de refração**: utilizando-se o refratômetro de Abbé (AOCS, 1990); **Índice de iodo** (%): empregou-se o reagente de Wijs como agente titulante (AOCS, 2004); **Viscosidade**

cinemática ($\text{mm}^2.\text{s}^{-1}$): determinada em viscosimétrico Brookfield modelo LV-DVII, com adaptador para pequenas amostras e banho isotérmico na temperatura de 25°C, (ABNT NBR 10441); **Densidade** (g/cm^3): realizada no densímetro modelo DA-130N da KEM Kyoto Eletronics (ABNT NBR 7148); **Ponto de névoa** (°C): conforme a norma ASTM D2500 (1999), em equipamento Tanaka, modelo MPC-102L; **Ponto de fluidez** (°C): foi realizado de acordo com a norma ASTM-D97 (1999), em equipamento marca Tanaka, modelo MPC-102L.

2.4.2 Análises Térmicas

Na avaliação da estabilidade térmica foi utilizado aproximadamente 10 mg de óleo em cadinho de alumina, sob atmosfera de ar sintético, com vazão de fluxo de 50 ml min^{-1} e taxa de aquecimento de $10 \text{ }^\circ\text{C min}^{-1}$. A análise foi realizada em uma termobalança (Shimadzu modelo DTG-60H Simultaneous DTA-TG Apparatus), a uma faixa de temperatura de 20 à 500 °C. Os dados obtidos a partir da curva TG foram inicialmente analisados utilizando-se os programas TA 60 e TA Universal Analysis 2000, respectivamente, sendo posteriormente plotados por meio do programa Origin 8. O método termogravimétrico utilizado foi o não-isotérmico, no qual a perda de massa é registrada continuamente à medida que a temperatura aumenta (MACHADO et al., 1999).

2.4.3 Avaliação do Perfil de Ácidos Graxos

Para determinação do perfil de ácidos graxos foi realizada a transesterificação dos triglicerídeos (CHRISTIE, 1982). As amostras transmetiladas foram avaliadas em cromatógrafo a gás modelo Focus CG- Finnigan, com detector de ionização de chama, coluna capilar CP-Sil 88 (Varian), com 100 m de comprimento por $0,25 \mu\text{m}$ de diâmetro interno e $0,20 \mu\text{m}$ de espessura do filme. Foi utilizado o hidrogênio como gás de arraste, numa vazão de $1,8 \text{ mL.min}^{-1}$. O programa de temperatura do forno inicial foi de 70 °C, tempo de espera 4 min, 175 °C ($13 \text{ }^\circ\text{C.min}^{-1}$) tempo de espera 27 min, 215 °C ($4 \text{ }^\circ\text{C .min}^{-1}$) tempo de espera 9 min. e, em seguida aumentando $7 \text{ }^\circ\text{C.min}^{-1}$ até 230 °C, permanecendo por 5min., totalizando 65 min. A temperatura do injetor foi de 250 °C e a do detector foi de 300 °C.

Uma alíquota de $1 \mu\text{L}$ do extrato esterificado foi injetada no cromatógrafo e a identificação dos ácidos graxos foi feita pela comparação dos tempos de retenção e as percentagens dos ácidos graxos foram obtidas através do software – Chromquest 4.1 (Thermo Electron, Italy). Os ácidos graxos foram identificados por comparação dos tempos de retenção

dos ésteres metílicos das amostras com padrões de ácidos graxos de manteiga e Supelco TM component fame Mix. Os ácidos graxos foram quantificados por normalização das áreas dos ésteres metílicos. Os resultados dos ácidos graxos foram expressos em percentual de área (%).

2.4.4 Capacidade Antioxidante

Para determinação da capacidade antioxidante foram utilizadas as adaptações testadas por Rufino et al. (2011), Arranz et al. (2008) e Espin et al. (2000).

A capacidade antioxidante foi determinada nas frações polar, apolar e total. Na avaliação foram misturados 5ml do óleo de licuri com 5ml de metanol PA e agitado no agitador rotativo por 20 minutos e posteriormente centrifugado à 2500 RPM por 10 minutos. O sobrenadante foi removido. Ao resíduo foi acrescentado 5 ml de metanol PA e o processo repetido. Os dois sobrenadantes foram unidos (fração polar). O resíduo foi diluído com acetato de etila (1:1) (fração apolar). Para a fração total foi acrescentado 5ml de acetato de etila à 5ml do óleo e agitados. Após a extração das amostras a capacidade antioxidante foi determinada através da captura do radical livre DPPH (1,1'-diphenil-2-picrilhidrazil) (BRAND-WILIAMS et al., 1995). A partir dos extratos polares, apolares e totais foram preparadas três diluições (200, 400 e 600 $\mu\text{L}.\text{mL}^{-1}$), em triplicata, determinadas por testes prévios, tendo como base a curva padrão do DPPH. De cada diluição, utilizou-se uma alíquota de 100 μL para 3,9 mL do radical DPPH (0,06 mM). Foi utilizando espectrofotômetro UV/Visível Quimis UV2102PC em comprimento de onda de 515nm.

2.5 Análise Estatística

Os resultados foram submetidos à análise de variância e as médias dos tratamentos comparadas pelo teste de Scott-Knott à 5% utilizando-se o programa estatístico SISVAR.

3 RESULTADOS E DISCUSSÃO

3.1 Características físico-químicas

O óleo do licuri é um óleo levemente amarelado com aroma agradável. Os teores de cinza não diferiram entre os genótipos do estágio Pigmentação predominante amarelo claro com extremidades marrons (AC). Os valores médios da umidade e das cinzas foram 0,05 e 0,04 %, respectivamente (Tabela 2). Para os óleos de babaçu e pequi, os teores de cinzas

foram 0,03 e 0,01 %, respectivamente (ROSSI, 1999), portanto próximos aos teores de cinzas determinados no óleo de licuri.

O índice de acidez diferiu entre os genótipos. Neste trabalho, o óleo de licuri apresentou teor médio de índice de acidez igual a 1,54 mg.KOH g⁻¹. Este valor está de acordo com a resolução RDC n° 270 (BRASIL, 2005) que estabelece um valor máximo de índice de acidez de 4,0 mg.KOH g⁻¹ para óleos vegetais não refinados. Assim, o óleo de licuri apresentou características físico-químicas similares ao óleo de babaçu (NETO et al., 2009). Em relação ao índice de peróxido, os genótipos diferiram entre si, com valores mínimo e máximo variando entre 5,80 e 9,8 meq.1000g⁻¹, podendo ser enquadrado na categoria de óleo não refinado pela resolução RDC n° 270 (BRASIL, 2005), que estabelece limite máximo de índice de peróxido de 15,0 meq.Kg⁻¹.

Com relação aos teores dos índices de saponificação determinados, os valores mínimos e máximo foram, respectivamente 184,54 e 234,84 mg.KOHg⁻¹. Os índices de refração do óleo de licuri não diferiram entre os genótipos, sendo o valor médio igual a 1,456. O índice de refração é utilizado como critério de qualidade e identidade na caracterização dos diferentes tipos de óleo, identificando variações no teor de ácidos graxos livres, oxidação e tratamento térmico, sendo que o padrão internacional de índice de refração para óleos varia entre 1,473-1,477 (FREIRE, 2001).

Neste trabalho, o índice de iodo do licuri diferiu entre os genótipos, que variaram de 19,63 à 25,99 %. De acordo com Chierice e Claro Neto (2001), o índice de iodo de óleo comercial é de 86 gI₂.100⁻¹g, portanto os resultados obtidos para o óleo do licuri inferem em um baixo grau de instauração.

Para a viscosidade cinemática, os genótipos diferiram entre si, apresentando-se numa faixa entre 26,00-28,81 mm².s⁻¹ à 40⁰C. Estes valores de viscosidade cinemática assemelha-se aos óleos de soja e girassol, 29,5 e 29,1 mm²s⁻¹, respectivamente, segundo Brock et al (2008).

Para a densidade, os genótipos diferiram entre si, sendo que os óleos provenientes de frutos das mesmas localidades apresentaram valores próximos. O valor mínimo foi 0,918 g.cm⁻³ e o valor máximo foi 0,926 g.cm⁻³. Brock et al. (2008) determinou densidade de 0,883, 0,875, 0,877, 0,879 e 0,878 g.cm⁻³ para soja, milho, girassol, oliva, canola, respectivamente, à temperatura de 25 °C e Rossi (1999) determinou densidade igual à 0,915 para o óleo de babaçu.

Para o ponto de névoa os valores mínimos e máximos obtidos foram 12 e 18 °C, respectivamente. Para o óleo de babaçu, Rossi (1999) reportou ponto de névoa de 26° C. Os valores mínimos e máximos obtidos para o óleo de licuri para ponto de fluidez foram 9 e 14°C, respectivamente.

Tabela 2 - Qualidade do óleo da amêndoa do licurizeiro (*Syagrus coronata*) colhidos no estágio de maturação predominante amarelo claro com extremidades marrons (AC)

Genótipos	Umidade (%)	Cinzas (%)	Índice de Acidez (mgKOH.g ⁻¹)	Índice de saponif. (mgKOH.g ⁻¹)	Índice de peróxido (meq.1000g ⁻¹)	Índice de refração	Índice de Iodo (%)	Visc. Cinem. (mm ² .s ⁻¹)	Densidade (g/cm ³)	Ponto de Névoa (°C)	Ponto de Fluidez
G16	0,06b	0,04a	1,49g	186,55b	8,67f	1,456a	25,99a	28,80a	0,920b	13,67d	12,67a
G17	0,06b	0,04a	1,52f	186,45b	8,71e	1,456a	25,98a	28,10c	0,920b	13,33d	12,67a
G18	0,06b	0,04a	1,52f	185,31b	9,01d	1,456a	25,89b	28,30b	0,920b	13,67d	12,67a
G22	0,04d	0,04a	2,06a	232,24a	9,60b	1,456a	23,21e	26,80g	0,927a	16,67b	10,33a
G23	0,04d	0,04a	1,82e	232,42a	9,80a	1,456a	23,98c	26,80g	0,920b	16,67b	10,33a
G24	0,04d	0,04a	1,85d	195,12b	9,50c	1,456a	23,25d	26,20k	0,920b	16,33b	9,33c
G28	0,04d	0,04a	0,95l	205,26b	5,80m	1,456a	20,66j	26,00m	0,920b	13,67d	10,33b
G29	0,04d	0,04a	0,98j	204,13b	5,90l	1,456a	20,65j	26,10l	0,920b	14,67c	10,33b
G30	0,04d	0,04a	0,96k	204,98b	6,03k	1,456a	20,71i	26,30i	0,930a	14,67c	9,33c
G34	0,07a	0,04a	1,46h	234,64a	5,80m	1,456a	19,64m	27,11f	0,920b	17,67a	10,33b
G35	0,07a	0,04a	1,43i	234,82a	6,10j	1,456a	19,89l	27,80d	0,920b	16,67b	10,33b
G36	0,07a	0,04a	1,44i	233,61a	5,90l	1,456a	20,01k	27,30e	0,920b	17,67a	10,33b
G40	0,05c	0,04a	1,92b	184,55b	6,80h	1,456a	21,45g	26,50h	0,920b	11,67f	12,67a
G41	0,05c	0,04a	1,85d	184,67b	6,31i	1,456a	21,34h	26,20j	0,920b	12,67e	12,67a
G42	0,05c	0,04a	1,91c	184,89b	6,90g	1,456a	21,78f	26,80g	0,920b	11,67f	13,67a
*Média	0,05	0,04	1,54	205,98	7,39	1,456	22,29	27,01	0,921	14,76	11,20
EP (%)	0,12	1,23	0,01	9,56	0,01	6,80	0,01	0,01	0,01	0,33	0,33
Mínimo	0,04	0,04	0,94	184,54	5,80	1,455	19,63	26,00	0,918	12,00	9,00
Máximo	0,07	0,04	2,06	234,84	9,81	1,457	25,99	28,81	0,926	18,00	14,00

Médias seguidas de letras iguais, na coluna não diferem teste de Scott-Knott, a 5% de probabilidade; *N- 45; EP- erro padrão; Mínimo- menor valor; Máximo- maior valor.

Para o óleo extraído de frutos de genótipos do estágio Pigmentação predominante laranja com traços amarelos e extremidades marrons (LA), o teor médio para umidade foi 0,05 %, e o percentual de umidade entre os óleos oriundos dos frutos dos genótipos não diferiram entre si. Para este estágio, os valores mínimos e máximos do teor de cinzas, foram 0,03 e 0,06 %, respectivamente.

O teor de acidez de óleo de amêndoas no estágio LA, foi de 1,52 e 1,94 mgKOH.g⁻¹, mínimos e máximos, respectivamente

Em relação ao índice de peróxido, os genótipos diferiram entre si, na faixa entre 3,70 e 9,60 meq.1000g⁻¹.

Com relação ao índices de saponificação, os valores mínimos e máximo foram, respectivamente, 186,43 e 242,78 mg.KOHg⁻¹. Os genótipos G19, G20, G21, G31, G32, G33, apresentam índices de saponificação mais baixos que os demais genótipos, próximos aos índices reportados para óleos de amendoim, milho, uva e mostarda, 187-196, 187-195, 188-194 e 168-184 mgKOH.g⁻¹, respectivamente. Outros genótipos apresentaram índice de saponificação superiores a 200 mg.KOH.g⁻¹, próximos do óleo de babaçu (245-256 mgKOH.g⁻¹), coco (248-265184 mgKOH.g⁻¹) e palmiste (230-254 mgKOH.g⁻¹) (Codex Stan 210, 2005).

Os índices de refração e iodo do óleo de licuri diferiram entre os genótipos, sendo o valor médio de 1,456 e 22,57 %, respectivamente. Para a viscosidade cinemática, os óleos das amêndoas dos genótipos LA diferiram entre si, com faixa entre 26,20-27,81 mm².s⁻¹ à 40 °C. Em relação à densidade, o óleo das amêndoas dos genótipos LA diferiram entre o valor mínimo de 0,918 g.cm⁻³ e o máximo de 0,928 g.cm⁻³.

Para o ponto de névoa os valores mínimos e máximos determinados para amêndoas de frutos LA foram 12 e 16 °C, respectivamente. Para os óleos de dendê, soja, mamona, Rossi (1999) reportou valores de ponto de névoa de 31, 13, 10 °C. Os valores mínimos e máximos obtidos para ponto de fluidez do óleo de amêndoa de licuri LA foram 9 e 13 °C, respectivamente.

Tabela 3 - Qualidade de óleo da amêndoa de frutos do licurizeiro (*Syagrus coronata*) colhidos no estágio de maturação predominante laranja com traços amarelo e extremidades marrons (LA)

Genótipos	Umidade (%)	Cinzas (%)	Índice de Acidez (mgKOH. g ⁻¹)	Índice de saponif. (mgKOH. g ⁻¹)	Índice de peróxido (meq.1000 g ⁻¹)	Índice de refração	Índice de Iodo (%)	Visc. Cinem. (mm ² .s ⁻¹)	Densidade (g/cm ³)	Ponto de Névoa (°C)	Ponto de Fluidez
G19	0,05b	0,06a	1,70h	186,56n	3,80l	1,457a	25,25c	27,17f	0,921c	12,67c	11,67b
G20	0,05b	0,06a	1,93b	186,44o	4,20k	1,456a	25,32 ^a	27,81a	0,922c	12,67c	12,67a
G21	0,05b	0,05b	1,90d	187,01m	3,70m	1,456a	25,29b	27,30d	0,921c	11,67d	11,67b
G25	0,04c	0,04c	1,93b	242,35c	4,80j	1,456a	20,34m	26,80h	0,923c	16,00a	10,67c
G26	0,04c	0,04c	1,94a	242,78a	4,90h	1,456a	20,30n	26,50i	0,921c	15,67a	10,67c
G27	0,04c	0,04c	1,91d	242,44b	5,10g	1,456a	20,31n	26,80h	0,922c	15,67a	10,67c
G31	0,05b	0,05b	1,67j	189,60k	9,60a	1,457a	22,76e	27,51b	0,922c	11,67d	11,67b
G32	0,05b	0,05b	1,69i	189,32l	9,40b	1,457a	22,82d	27,41c	0,922c	11,67d	11,67b
G33	0,05b	0,05b	1,58k	189,90j	9,20c	1,457a	22,70g	27,10g	0,923c	11,67d	10,67c
G37	0,07 ^a	0,05b	1,69i	216,06i	5,80e	1,457a	22,12j	27,20e	0,930a	13,67b	12,67a
G38	0,07 ^a	0,05b	1,72g	216,32h	5,40f	1,457a	22,34h	27,10g	0,930a	12,67c	11,67b
G39	0,07 ^a	0,05b	1,52l	216,46f	5,90d	1,457a	22,79f	27,41c	0,927b	13,67b	12,67a
G43	0,05b	0,03d	1,91c	216,68e	4,80j	1,456a	22,00l	26,30j	0,920c	13,67b	8,67d
G44	0,05b	0,03d	1,73f	216,65e	4,20k	1,457a	22,01k	26,20k	0,920c	13,67b	8,67d
G45	0,05b	0,03d	1,84e	216,44g	4,90i	1,456a	22,23i	26,30j	0,920c	13,67b	9,00d
*Média	0,05	0,04	1,66	210,33	5,72	1,456	22,57	26,99	0,922	13,35	10,82
EP (%)	0,01	8,68	0,01	0,01	0,01	6,80	0,01	0,01	0,01	0,32	0,32
Mínimo	0,04	0,03	1,52	186,43	3,70	1,456	20,30	26,20	0,918	12,00	9,00
Máximo	0,07	0,06	1,94	242,78	9,60	1,457	25,33	27,81	0,928	16,00	13,00

Médias seguidas de letras iguais, na coluna não diferem pelo Scott-Knott, a 5% de probabilidade; *N- 45; EP- erro padrão; Mínimo- menor valor; Máximo- maior valor.

3.2 Perfil de ácidos graxos

Os ácidos graxos são os constituintes mais importantes da fração lipídica dos alimentos (COZZOLINO, 2009). Os ácidos saturados mais comumente identificados são o láurico, o palmítico e o esteárico (BOBBIO; BOBBIO, 1995). No perfil de ácidos graxos do óleo de amêndoas de licuri no estádio AC, os ácidos graxos saturados em maiores proporções foram: ácido láurico, ácido mirístico, ácido caprílico, ácido palmítico, ácido cáprico, com teores médios de 42,77, 14,20, 12,09, 6,57 e 6,80 %, respectivamente.

Entre estes, o ácido graxo predominante no óleo da amêndoa do licuri foi o ácido láurico, ácido graxo saturado de cadeia média (C6-C12), confirmando uma característica dos óleos das espécies da família *Arecaceae* que é presença dos ácidos graxos saturados, em maiores proporções (Tabela 1).

Maiores percentuais de ácido láurico foram reportados em frutos oleaginosos, como o coquinho-azedo (FARIA et al., 2000), com ácido láurico (42,1 %), ácido oléico (16,9 %), ácido mirístico (10,5 %), ácido cáprico (8,0 %), ácido caprílico (7,8 %), ácido palmítico (6 %). Laureles et al., (2002), determinou nos óleos do coco (*cocos nucífera*), ácido láurico (50,0 %), ácido mirístico (18,7 %), ácido palmítico (8,8 %), ácido caprílico (7,2 %), ácido cáprico (6,2 %), ácido oléico (4,6 %). Bora et al. (2003), determinou nos óleos da amêndoa do palmiste (*Eliaes guineensis*), ácido láurico (53,2 %), ácido mirístico (19,3 %), ácido palmítico (10,4 %), ácido oléico (5,5 %). O óleo de palma (*Elaeis guineensis*) proveniente do endosperma do fruto apresentou 60-70 % dos ácidos láurico e mirístico (OO et al., 1985).

No óleo do licuri, Neto et al. (2009), reportou o perfil de ácidos graxos em óleo proveniente de frutos oriundo da Bahia, com os valores: ácido caprílico (24,68 %), ácido cáprico (13,94 %), ácido láurico (36,43 %), ácido mirístico (7,15 %), ácido palmítico (3,98 %), ácido esteárico (3,05), ácido oléico (4,08%) e ácido linoléico (1,02%). Queiroga et al. (2010), determinou o perfil de ácidos graxos, em óleo de licuri, proveniente de Jenipapo-BA, produzido de forma artesanal, com ácido caprílico (12,15 %), ácido cáprico (6,67 %), ácido láurico (44,35 %), ácido mirístico (13,37 %), ácido palmítico (6,39 %), ácido esteárico (2,59 %), ácido oléico (10,69 %) e ácido linoléico (2,89 %), na faixa dos resultados desta pesquisa (Tabelas 1 e 2) podendo verificar uma ampla variabilidade entre os resultados obtidos, porém confirma-se os ácidos graxos predominantes.

Tabela 4 - Perfil em ácidos graxos (%) do óleo da amêndoa de licuri colhido no estágio de maturação Pigmentação predominante amarelo claro com extremidades marrons - AC

Ácidos graxos (%)	Genótipos					Média(%)	DP(%)	CV(%)
	G16	G22	G28	G34	G40			
Ácido capróico (C6:0)	0,541	0,465	0,433	0,448	0,447	0,47	0,04	9,21
Ácido caprílico (C8:0)	11,575	11,126	13,942	12,154	11,650	12,09	1,10	9,08
Ácido cáprico (C10:0)	6,576	6,307	7,537	7,115	6,46	6,80	0,50	7,54
Ácido n-undecílico(C11:0)	0,024	0,026	0,032	0,032	0,031	0,03	0,01	12,90
Ácido láurico (C12:0)	41,069	41,440	45,551	43,765	42,026	42,77	1,87	4,36
Ácido n-tridecílico (C13:0)	0,039	0,035	0,038	0,038	0,041	0,04	0,01	5,67
Ácido mirístico (C14:0)	14,659	14,247	14,325	13,556	14,194	14,20	0,40	2,82
Ácido pentadecílico (C15:0)	0,007	0,007	0,005	0,006	0,008	0,01	0,01	17,27
Ácido palmítico (C16:0)	7,264	7,307	6,000	5,413	6,881	6,57	0,83	12,69
Ácido palmitoléico (C16:1 Δ 9)	0,023	0,027	0,016	0,020	0,036	0,02	0,01	31,29
Ácido margárico (C17:0)	0,013	0,012	0,009	0,011	0,012	0,01	0,01	9,62
Ácido8-hepadecanoíco(C17:1)	0,006	0,003	0,006	0,004	0,008	0,01	0,00	0,00
Ácido esteárico (C18:0)	2,688	1,920	2,448	2,655	2,268	2,32	0,31	13,41
Ácido oléico(C18:1 Δ 9)	12,485	12,883	7,085	11,344	12,357	11,23	2,39	21,24
Ácido vacênico(C18:1 Δ 11)	0,195	0,283	0,343	0,294	0,333	0,29	0,06	20,24
Ácido oléico(C18:1 Δ 12)	0,007	0,043	0,050	0,072	0,088	0,05	0,03	59,32
Ácido oléico(C18:1 Δ 13)	-	0,004	0,005	0,026	0,024	0,01	0,01	80,48
Ácido linoléico(C18:2 Δ 9 Δ 12)	2,712	3,707	2,092	2,911	3,016	2,89	0,58	20,14
Ácido araquídico(C20:0)	0,101	0,076	0,075	0,104	0,078	0,09	0,14	16,60
Ácido linolênico (C18:3 n3)	-	-	-	0,010	-	0,01	0,00	0,00
Ácido gadoléico (C20:1)	-	0,024	0,009	0,011	0,024	0,02	0,01	47,79
Ácido behênico(C22:0)	0,015	0,015	-	0,010	0,015	0,01	0,00	18,18
Ácido docosadienóico (C22:2)	-	0,041	-	-	-	0,04	0,00	0,00
Saturados (%)	84,571	82,983	90,395	85,307	84,111	85,47	2,88	3,37
Insaturados(%)	15,428	17,015	9,606	14,692	15,886	14,53	2,88	19,80

O ácido láurico, presente em gorduras, é usado principalmente na produção de sabões, plásticos e emborrachados (LAURELES et al., 2002). Alguns óleos ricos em ácido láurico apresentam atividade bactericida, inibem protozoários, reduzem a produção de metano e a concentração de amônia, e aumentam o teor de propionatos no rúmen animal, sendo, assim, empregado com sucesso no enriquecimento de rações ricas em grãos de milho (YABUUCHI et al., 2006).

Embora este óleo seja muito utilizado por sua eficácia na indústria de sabões, ela tem sido estudada por sua ação como antibiótico natural agindo sobre microorganismos e toxinas por eles produzida (JOURNAL OF BACTERIOLOGY, 2000)

Segundo Cozzolino (2009) o ácido oléico e linoléico, ácidos graxos monoinsaturados e poliinsaturados, respectivamente, são importantes nutrientes. O ác. linoléico: participa das estruturas de membranas celulares, influenciando a viscosidade sanguínea, permeabilidade dos vasos, ação anti-agregadora, pressão arterial, reação antiinflamatória e funções plaquetárias (NORUM,1992).

O ácido oléico é o principal componente do azeite de oliva, alimento considerado fundamental para a dieta do Mediterrâneo, região na qual a incidência de doenças cardiovasculares e índice de colesterol apresenta níveis muito mais baixos que em outros países (COZZOLINO, 2009).

No óleo do licuri estes ácidos graxos se encontram presentes, sendo o ácido oléico com teor médio de 11,23 %, próximo ao determinado por Queiroga et al. (2010) que foi 10,69 %.

O ácido margárico é comum em óleos e gorduras vegetais em baixas concentrações como descrito por Zambiasi et al (2007) que analisou o perfil de 14 óleos mais consumidos mundialmente como o óleo de palma, soja, algodão, milho, canola, oliva e girassol e encontrou este ácidos graxos em concentrações inferiores a 1 %, similar ao obtido neste estudo.

O ácido esteárico (C18:0) é considerado um ácido graxo neutro, pois se comporta como um carboidrato, isto é, não exerce influência sobre as lipoproteínas sanguíneas (MAHAN; ESCOTT-STUMP, 2002).

Em geral, os ácidos graxos saturados tendem a elevar o colesterol sanguíneo em todas as frações de lipoproteínas quando substituem os carboidratos ou outros ácidos graxos. Os considerados hipercolesterolêmicos ou aterogênicos são os ácidos láurico (C12:0), mirístico (C14:0) e palmítico (C16:0). O mirístico é o mais potente, seguido pelo ácido palmítico e então o láurico.

Tabela 5 - Perfil em ácidos graxos (%) do óleo da amêndoa de licuri colhido no estágio de maturação com Pigmentação laranja com traços amarelos e extremidades marrons (LA)

Ácidos graxos (%)	Genótipos					Média(%)	DP(%)	CV(%)
	G19	G25	G31	G37	G43			
Ácido capróico (C6:0)	0,521	0,486	0,469	0,474	0,506	0,49	0,02	4,46
Ácido caprílico (C8:0)	11,482	12,214	10,453	10,641	13,485	11,66	1,24	10,05
Ácido cáprico (C10:0)	6,499	7,168	6,468	6,426	7,860	6,88	0,63	9,08
Ácido n-undecílico(C11:0)	0,026	0,034	0,030	0,032	0,038	0,03	0,00	13,98
Ácido láurico (C12:0)	41,335	44,262	41,120	41,869	46,460	43,01	2,30	5,35
Ácido n-tridecílico (C13:0)	0,039	0,040	0,039	0,043	0,044	0,04	0,00	5,72
Ácido mirístico (C14:0)	14,512	13,559	14,372	14,501	13,171	14,02	0,62	4,41
Ácido pentadecílico (C15:0)	0,007	0,006	0,006	0,007	0,007	0,01	0,00	8,30
Ácido palmítico (C16:0)	7,242	5,530	7,350	7,184	5,467	6,55	0,97	14,81
Ácido palmitoléico (C16:1 C9)	0,023	0,021	0,020	0,020	0,012	0,02	0,01	21,91
Ácido margárico (C17:0)	0,012	0,011	0,013	0,013	0,011	0,01	0,01	8,33
Ácido8-hepadecanóico(C17:1)	0,007	-	0,004	0,004	-	0,05	0,02	34,64
Ácido esteárico (C18:0)	2,647	2,607	3,536	3,276	2,735	2,96	0,42	14,19
Ácido oléico(C18:1 Δ9)	12,290	10,365	12,391	12,030	7,727	10,96	1,99	18,11
Ácido vacênico(C18:1 Δ11)	0,359	0,308	0,446	0,365	0,190	0,33	0,09	28,26
Ácido oléico(C18:1 Δ12)	0,081	0,119	0,120	0,072	0,039	0,09	0,03	39,66
Ácido oléico(C18:1 Δ13)	0,059	0,056	0,039	0,027	0,009	0,04	0,02	54,70
Ácido linoléico(C18:2 Δ9 Δ12)	2,688	3,115	2,968	2,920	2,105	2,76	0,40	14,37
Ácido araquídico(C20:0)	0,086	0,065	0,098	0,007	0,007	0,05	0,04	82,26
Ácido linolênico (C18:3 n3)	0,005	-	-	-	0,008	0,01	0,01	32,64
Ácido gadoléico (C20:1)	0,026	-	0,005	0,002	0,019	0,01	0,01	87,71
Ácido behênico(C22:0)	0,025	0,013	0,005	-	0,016	0,01	0,01	56,01
Ácido docosadienóico (C22:2)	0,031	0,031	0,043	0,020	0,016	0,02	0,01	58,71
Saturados (%)	84,433	85,995	83,959	84,473	89,807	85,73	2,40	2,80
Insaturados(%)	15,569	14,015	16,036	15,46	10,125	14,24	2,42	17,01

3.3 Capacidade Antioxidante

A Tabela 6 mostra capacidade antioxidante do óleo de licuri nas frações polar, apolar e total para o óleo de amêndoas colhidos de frutos no estágio de maturação com pigmentação predominante amarelo claro e extremidades marrons (AC).

Nos valores obtidos a partir da fração metanólica observa-se que o genótipo 36 apresentou a menor capacidade antioxidante com um EC_{50} de 6764,00 g óleo.g⁻¹ DPPH. Já o

genótipo 42 apresentou a maior capacidade antioxidante com um EC_{50} de 2815,80 $\text{g\acute{o}leo.g}^{-1}$ DPPH, não diferindo dos genótipos G40 e G41 com valores próximos.

Para os valores obtidos na fração apolar observou-se que a menor capacidade antioxidante com um valor de EC_{50} de 6824,41 $\text{g\acute{o}leo.g}^{-1}$ DPPH foi observada no genótipo 16 e novamente, a maior capacidade antioxidante foi observada para o genótipo 42 com um valor de EC_{50} de 2979,51 $\text{g\acute{o}leo.g}^{-1}$ DPPH, não diferindo dos genótipos G40 e 41.

Para capacidade antioxidante total, os resultados foram bem inferiores aos encontrados nas frações polares e apolares para todos os genótipos avaliados. Os genótipos 40, 41 e 42 apresentaram valores de EC_{50} de 112,12; 87,30 e 92,78 $\text{g\acute{o}leo.g}^{-1}$ DPPH respectivamente, que apresentaram as maiores capacidade antioxidante total para os genótipos avaliados (Tabela 6).

O ensaio do DPPH $^{\bullet}$ é o mais amplamente utilizado para a determinação da capacidade antioxidante em diferentes óleos vegetais (ESPIN et al., 2000; TUBEROSO et al., 2007; VALAVANIDIS et al., 2004). Esse ensaio envolve o mecanismo de SET e marginalmente o de HAT, e baseia-se na determinação da capacidade dos antioxidantes (da amostra ou do padrão) em reduzir o radical DPPH $^{\bullet}$. A capacidade redutora da amostra é determinada através da redução da absorbância (515-528 nm) do radical por 30 minutos ou até cessar a queda na absorbância (PRIOR et al., 2005). Geralmente, os resultados são apresentados como EC_{50} , que expressa a concentração de amostra antioxidante ou padrão, necessária para reduzir em 50 % a concentração inicial do DPPH $^{\bullet}$. Originalmente, o ensaio utiliza metanol como solvente para o DPPH $^{\bullet}$ e para as amostras (HUANG et al., 2005). No entanto, como o metanol não dissolve óleos comestíveis, são necessárias adaptações para os compostos lipofílicos dos óleos vegetais, por meio da utilização de solventes apropriados para amostras lipídicas.

Neste trabalho foram utilizadas as mesmas adaptações testadas por Rufino et al. (2011), Arranz et al. (2008) e Espin et al. (2000) onde testaram o efeito da dissolução do DPPH $^{\bullet}$ e da fração apolar dos óleos vegetais com diferentes solventes orgânicos sobre a capacidade antioxidante e obtiveram os melhores resultados com o acetato de etila.

Arranz et al. (2008) avaliando a capacidade antioxidante em óleo de amêndoas encontrou valores de EC_{50} de 1109,20 $\text{g\acute{o}leo.g}^{-1}$ DPPH para o extrato metanólico, valores de 2717,50 $\text{g\acute{o}leo.g}^{-1}$ DPPH para a fração apolar e 712,20 $\text{g\acute{o}leo.g}^{-1}$ DPPH para a capacidade antioxidante total.

Rufino et al. (2011) também observou comportamento similar avaliando óleo extraído da polpa de açaí, obtendo uma capacidade antioxidante total com valor de EC_{50} de 646,30 $\text{g\acute{o}leo.g}^{-1}$ DPPH inferior a fração polar com EC_{50} de 1249,97 $\text{g\acute{o}leo.g}^{-1}$ DPPH.

Wu et al. (2004) relatam que as propriedades físico-químicas da fração hidrofílica e da fração lipofílica dos óleos vegetais são extremamente diferentes. Quanto à sua composição química, a fração hidrofílica apresenta os compostos fenólicos, enquanto a fração lipofílica apresenta os tocóis, os esteróis, os carotenoides, as clorofilas e os acilgliceróis. Portanto, sugere-se que, para a obtenção de resultados representativos da capacidade antioxidante de óleos, a fração apolar deve ser separada da polar, devendo ser determinada separadamente a capacidade antioxidante de cada uma delas. Dessa forma, o somatório da capacidade antioxidante das frações deve representar a capacidade antioxidante integral do óleo.

Já Frankel et al. (1994) e Frankel et al. (1996) relata que a atividade antioxidante dos componentes dos óleos pode ser afetada pelo sinergismo entre os compostos antioxidantes e pela complexa afinidade dos compostos com as interfaces ar-óleo, ar-água e/ou óleo-água no meio. A localização dos antioxidantes em interfaces causa um fenômeno conhecido como paradoxo polar, no qual os antioxidantes polares são mais efetivos em meios apolares e vice-versa.

Consistentemente com essas complexas interações moleculares, Espín et al. (2000) observaram maiores valores de capacidade antioxidante em óleos vegetais analisados sem separação de frações, quando comparados aos somatórios das frações polar e apolar. Esses resultados sugerem mecanismos de ação distintos para os compostos antioxidantes nas diferentes frações isoladas. Portanto, é recomendável determinar a capacidade antioxidante integral dos óleos através das duas abordagens, na amostra integral e pelo somatório da capacidade antioxidante das frações polar e apolar.

A Tabela 7 apresenta os resultados das frações polares, apolares e totais do óleo do licuri no estágio de maturação LA.

A fração polar no estágio LA apresentou maior conteúdo de antioxidantes que esta fração no estágio AC, ao contrário das frações apolares e totais, que apresentaram menor teor de antioxidantes neste estágio.

A Tabela 7 mostra a capacidade antioxidante em óleo de licuri nas frações polar, apolar e total no estágio de maturação Pigmentação predominante laranja com traços amarelo e extremidades marrons (LA).

Nos valores obtidos a partir da fração metanólica observa-se que o genótipo 21 apresentou a menor capacidade antioxidante com um EC_{50} de 6946,08 $\text{g\acute{o}leo.g}^{-1}\text{DPPH}$. Já o genótipo 25 apresentou a maior capacidade antioxidante com um EC_{50} de 3129,94 $\text{g\acute{o}leo.g}^{-1}\text{DPPH}$, não diferindo significativamente dos genótipos G26, G27, G37, G38 e G39 com valores similares.

Tabela 6 - Capacidade antioxidante do óleo da amêndoa de frutos do licurizeiro (*Syagrus coronata*) colhidos no estágio de maturação Pigmentação predominante amarelo claro com extremidades marrons (AC), resultados expressos em EC₅₀ (góleo.g⁻¹DPPH)

Genótipos	Antioxidante (Fração Polar) ^a	Antioxidante (Fração Apolar) ^b	Antioxidante Total ^c
G16	6591,79a	6824,41a	155,56k
G17	5489,16b	5004,49b	140,84l
G18	6009,15a	5413,33b	182,38j
G22	5066,05b	3459,46c	290,82h
G23	5511,72b	3422,02c	347,27g
G24	4998,87b	3511,71c	276,96i
G28	6247,81a	4880,38b	394,76f
G29	5675,12b	4816,50b	407,80e
G30	5387,67b	4819,38b	439,58d
G34	6498,77a	5195,39b	631,59a
G35	6704,06a	5133,99b	556,11b
G36	6764,00a	5143,43b	500,04c
G40	2843,79c	3004,45c	111,94m
G41	2818,88c	2984,97c	90,33n
G42	2815,81c	2979,51c	92,42n
Média	5294,84	4439,56	307,89
DP (%)	229,67	242,63	0,93
Mínimo	2808,35	2977,41	87,21
Máximo	7707,68	8211,73	632,59

Médias seguidas de letras iguais, na coluna não diferem entre si pelo teste de Scott-Knott, ao nível de 5% de probabilidade; N- 45; DP- desvio padrão; Mínimo- menor valor; Máximo- maior valor. ^a Capacidade antioxidante determinada no extrato metanólico, ^b Capacidade antioxidante determinada no óleo remanescente após extração metanólica, ^c Determinado em óleo dissolvido em acetato de etila.

Para os valores obtidos na fração apolar observou que a menor capacidade antioxidante com um valor de EC₅₀ de 7507,94 góleo.g⁻¹DPPH foi observada no genótipo 43 e a maior capacidade antioxidante foi observada para o genótipo 37 com um valor de EC₅₀ de 3050,89 góleo.g⁻¹DPPH não diferindo dos genótipos G38 e G39.

Já na capacidade antioxidante total observou-se que os resultados foram bem inferiores aos encontrados nas frações polares e apolares para todos os genótipos avaliados. O genótipo 39 apresentou valores de EC₅₀ de 43,41 góleo.g⁻¹DPPH, apresentando a maior capacidade antioxidante total para os genótipos avaliados.

O genótipo 39 apresentou os melhores resultados para o estágio de maturação avaliado com valores de EC₅₀ de 3596,84 góleo.g⁻¹DPPH; 3027,55 góleo.g⁻¹DPPH e 43,41 góleo.g⁻¹DPPH para as frações polar, apolar e total respectivamente.

Avaliando os resultados pode-se observar que as amostras provenientes do estágio de maturação (LA) apresentaram valores de EC_{50} inferiores aos observados para o estágio de maturação (AC) com relação aos extratos polares. O contrário foi observado para as frações apolares e totais, onde o estágio de maturação (AC) apresentou os menores valores de EC_{50} , indicando uma maior capacidade antioxidante total.

Tabela 7 - Atividade antioxidante do óleo de amêndoa de frutos do licurizeiro (*Syagrus coronata*) colhidos no estágio de maturação Pigmentação predominante laranja com traços amarelo e extremidades marrons (LA), resultados expressos em EC_{50} (góleo.g⁻¹ DPPH)

Genótipos	Antioxidante (Fração Polar) ^a	Antioxidante (Fração Apolar) ^b	Antioxidante Total ^c
G19	6148,78b	5265,96c	584,62a
G20	6180,70b	5251,02c	588,66c
G21	6946,08a	5119,53c	610,15b
G25	3129,93e	6197,17b	496,66f
G26	3130,97e	7235,15a	520,02d
G27	3123,89e	5107,64c	507,42e
G31	4454,23c	5916,79b	218,52i
G32	4495,42c	5388,67c	301,66g
G33	4176,82c	5800,39b	300,27h
G37	3549,64d	3050,89d	121,46l
G38	3607,30d	3054,18d	64,28n
G39	3596,83d	3027,55d	43,47 ^o
G43	4606,64c	7507,94a	127,50k
G44	4529,36c	6894,48a	83,99m
G45	4799,95c	6251,54b	182,01j
Média	4431,77	5404,59	322,91
DP (%)	127,59	241,53	0,24
Mínimo	3120,77	3014,07	43,10
Máximo	7163,22	8313,38	685,01

Médias seguidas de letras iguais, na coluna não diferem entre si pelo teste de Tukey, ao nível de 5% de probabilidade; N- 5; DP- desvio padrão; Mínimo- menor valor; Máximo- maior valor. ^a Capacidade antioxidante determinada no extrato metanólico, ^b Capacidade antioxidante determinada no óleo remanescente após extração metanólica, ^c Determinado em óleo dissolvido em acetato de etila.

3.4 Análise térmica

A partir das curvas termogravimétricas (TG), determinou-se a estabilidade oxidativa das amostras, definidas como sendo as temperaturas em que se iniciam as decomposições das mesmas.

Os dados obtidos a partir das curvas de TG demonstram um perfil termogravimétrico semelhante (Tabela 8), para os óleos das amêndoas dos genótipos avaliados.

Na primeira etapa se observou que a perda de massa iniciou em temperaturas entre 20,89 e 33,34 °C e finalizou em temperaturas entre 210,03 e 248,04 °C, sendo que nesta etapa a variação de massa não ultrapassou 0,664 %, com exceção do genótipo G43, com a perda de massa foi de 4,731 %, sendo associada a desidratação da amostra.

A segunda etapa se caracterizou, em óleos de todos genótipos, por uma grande perda de massa, entre 91,823 e 97,274 %, sendo que a temperatura final observada nesta etapa entre 450,81 e 468,60 °C.

Na terceira etapa a temperatura final variou entre 500,29 e 501,88 °C e a perda de massa não ultrapassou 0,945 %, sendo constatado que a degradação do óleo de amêndoas de licuri ocorre realmente na segunda etapa, a partir de 210,03 °C.

Este resultado é compatível com o conhecimento que ácidos saturados são mais estáveis que os insaturados, em função das insaturações presentes nas cadeias carbônicas dos óleos vegetais serem alvos de agentes oxidantes como radicais livres, enzimas, metais, que atuam como catalisadores de processos oxidativos e foto-oxidação (MORETTO e FETT, 1998). Portanto, óleos com maiores teores de ácidos graxos saturados, como o do licuri, resultam em maior estabilidade térmica.

Observou-se que o óleo do licuri em temperaturas inferiores à 210 °C, não possuem variação de massa ou oxidação significativa dos compostos orgânicos, mantendo suas características e propriedades funcionais, assim como sua estabilidade termo-oxidativa. Essa qualidade pode estar relacionada à ação protetora das substâncias antioxidantes presentes no óleo.

A partir da segunda etapa de variação de massa, inicia-se o processo de perda do valor nutricional do óleo, característico do processo de decomposição térmica da matéria orgânica presente nas amostras. As amostras entram em processo de combustão, sugerida pela grande variação de massa das amostras na curva de TG, consequência da ruptura das moléculas de lipídios (SOUZA, 2010).

É importante óleos de boa qualidade e que permaneçam estáveis por longos períodos de tempo, considerando-se que parte do óleo é absorvida pelo alimento e torna-se parte da dieta (MAREIRAS-VARELA; RUIZ-ROSO, 1983).

Tabela 8 - Dados termogravimétricos do óleo da amêndoa dos genótipos nos estádios de maturação Pigmentação predominante amarelo claro com extremidades marrons e Pigmentação predominante laranja com traços amarelos e extremidades marrons em atmosfera oxidante (ar sintético) até 500 °C

Genótipos	Estádio	Etapas	Tinicial (°C)	Tfinal (°C)	Δ massa (%)
G16	AC	1	23,83	240,71	0,061
		2	240,71	467,82	97,296
		3	467,82	501,18	0,525
G22	AC	1	26,69	228,47	0,626
		2	228,47	468,54	97,274
		3	468,54	500,46	0,485
G28	AC	1	26,95	248,04	0,416
		2	248,04	462,60	96,075
		3	462,60	500,46	0,485
G34	AC	1	25,07	229,10	0,416
		2	229,10	459,63	96,322
		3	459,63	501,63	0,706
G40	AC	1	20,89	215,87	0,567
		2	215,87	450,81	96,481
		3	450,81	501,64	0,945
G19	LA	1	28,89	240,90	0,384
		2	240,90	459,09	95,837
		3	459,09	500,29	0,706
G25	LA	1	33,34	210,03	0,632
		2	210,03	452,50	96,058
		3	452,50	501,13	0,819
G31	LA	1	25,60	232,05	0,664
		2	232,05	458,44	95,776
		3	458,44	501,62	0,816
G37	LA	1	27,22	232,49	0,419
		2	232,49	463,05	95,373
		3	463,05	501,88	0,826
G43	LA	1	31,72	234,68	4,731
		2	234,68	460,62	91,823
		3	460,62	500,91	0,643

As curvas de termogravimetria dos óleo de babaçu e murici determinadas em atmosfera de nitrogênio apresentaram etapas de perda de massa entre 180 °C e 440 °C e 271 a 477 °C, que se referem à decomposição e carbonização do óleo (FARIA et al, 2002).

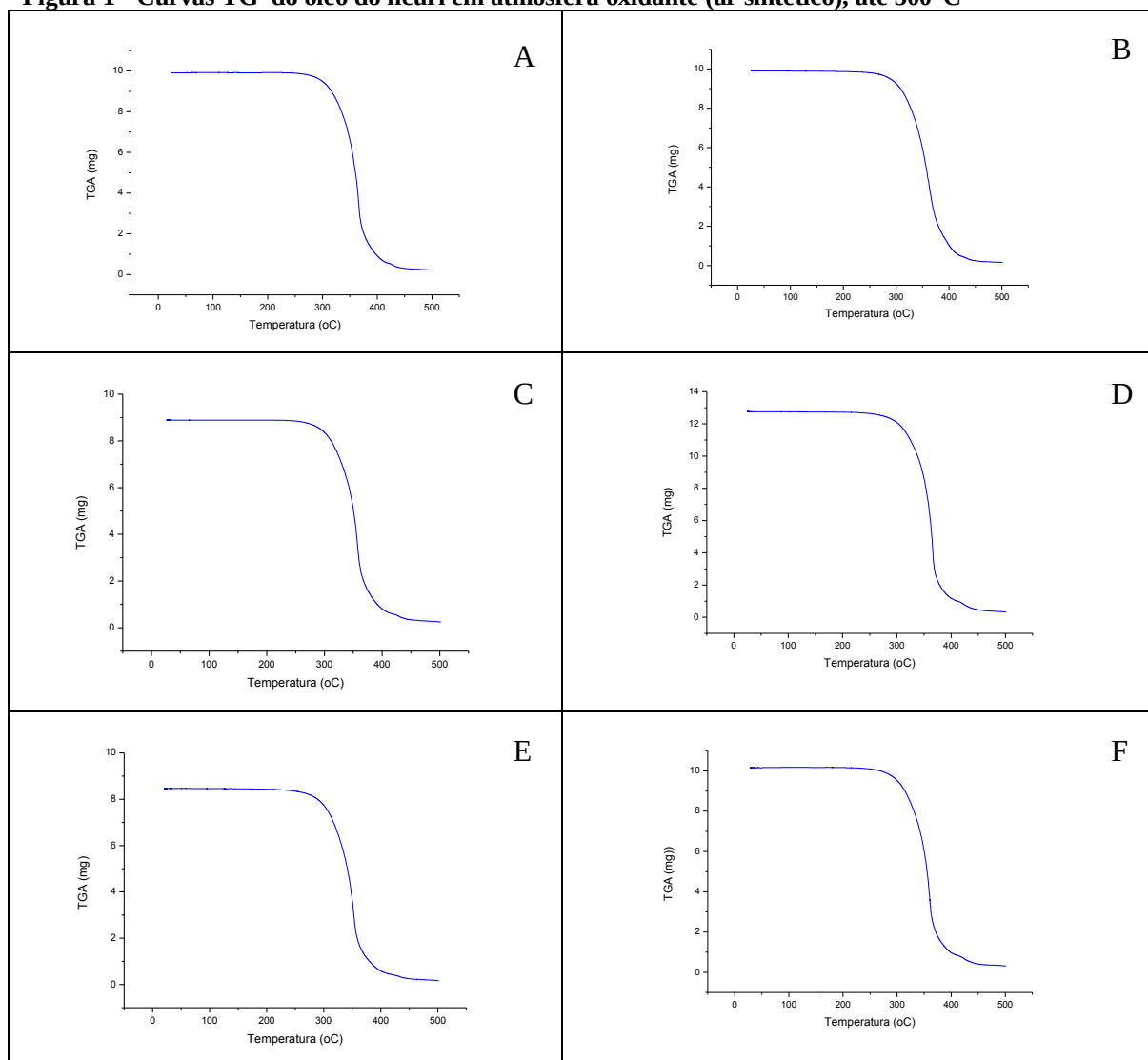
O aumento do tempo de aquecimento corresponde a um incremento no nível de alteração, porém sua principal consequência é a diferente composição quantitativa dos compostos de alteração. Dentre os critérios adotados por vários países, recomenda-se para o processo de fritura temperatura até 180 °C Ainda que o aumento da temperatura diminua a

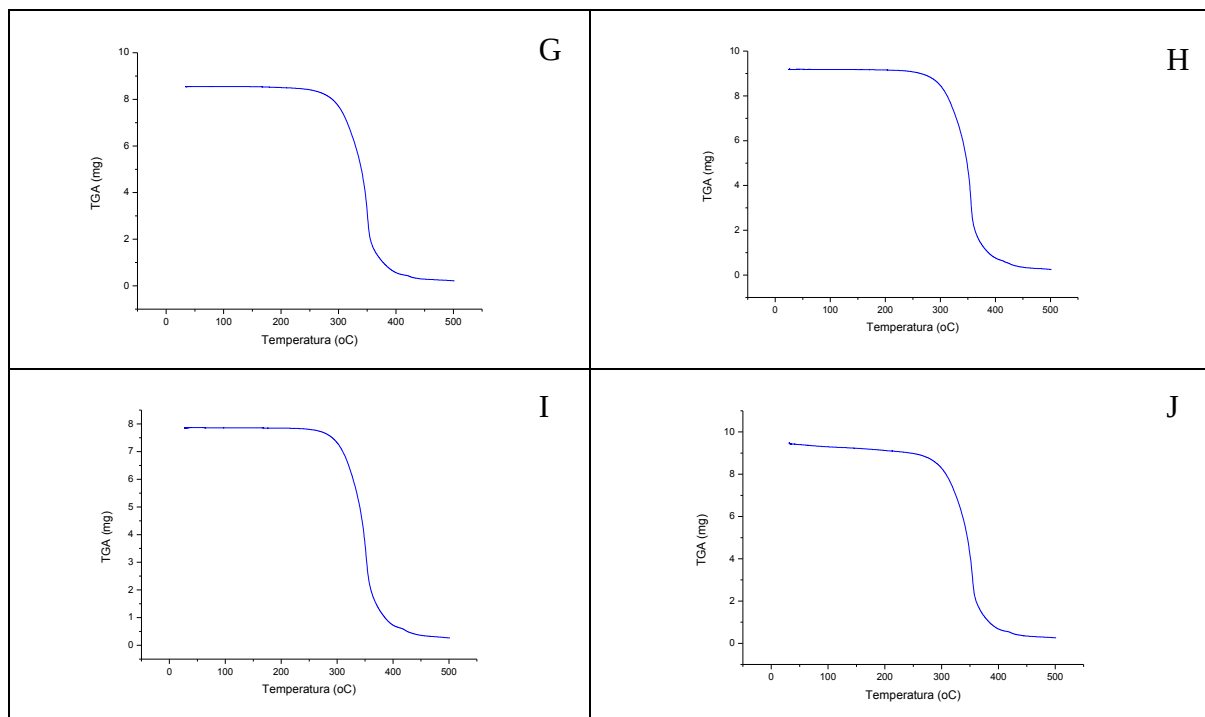
capacidade de absorção de oxigênio pela gordura, a maior velocidade das reações oxidativas favorece a entrada contínua de ar (PAUL; MITTAL, 1997).

As alterações químicas podem ser resumidas em três tipos diferentes de reações: os óleos e gorduras podem hidrolizar para formar ácidos graxos livres, monoacilglicerol e diacilglicerol, e/ou podem oxidar para formar peróxidos, hidroperóxidos, dienos conjugados, epóxidos, hidróxidos e cetonas e/ou podem se decompor em pequenos fragmentos ou permanecer na molécula do triacilglicerol e se associarem, conduzindo a triacilgliceróis diméricos e poliméricos. Portanto, os produtos de degradação do óleo são aldeídos, cetonas, epóxidos, hidroperóxidos e olefinas (MORETTO; FETT, 1998).

As curvas de TG que apresentam a análise da variação de massa em função da temperatura, demonstram uma similaridade entre as amostras, com a existência de três etapas, refletindo em um perfil termogravimétrico semelhante (Figura 1).

Figura 1 - Curvas TG do óleo do licuri em atmosfera oxidante (ar sintético), até 500 °C





Figuras: A-G16; B-22; C-28; D-34; E-40; F-G19; G-G25; H-G31; I-G37; J-G43.

4 CONCLUSÕES

As características físico-químicas do óleo evidenciaram que o mesmo se encontra dentro das normas exigidas pela Agência Nacional de Vigilância Sanitária, para óleos brutos.

As características do óleo variam com o estágio de maturação.

No perfil de ácidos graxos apresentou maior percentual de ácidos saturados, predominando o láurico, porém com conteúdo considerável de ácido oléico com média de 10,96 % no estágio de maturação pigmentação predominante laranja com traços amarelos e extremidades marrons.

O óleo do licuri apresentou boa capacidade antioxidante nas frações analisadas.

Os resultados obtidos pela TG demonstraram o comportamento térmico do óleo bruto da amêndoa de licuri, que é essencial para controle de qualidade de óleos no processamento.

O óleo do licuri pode ser considerado um óleo com boa estabilidade térmica, fator considerado desejável para sua utilização na fritura.

REFERÊNCIAS

AMERICAN OIL CHEMISTS' SOCIETY. **Official methods and recommended practices of the American Oil Chemists' Society**. 4th ed. Champaign, USA, AOCS, 1990.

AMERICAN OIL CHEMISTS' SOCIETY. **Official methods and recommended practices of the American Oil Chemists' Society**. 4th ed. Champaign, USA, AOCS, 2004.

ANDREO, D.; JORGE, N. Antioxidantes naturais: Técnicas de extração. **Boletim do Centro de Pesquisa e Processamento de Alimentos**, Curitiba v. 24, n. 2, p. 319-336, 2006.

AOAC. **Official Methods of Analysis of the Association of Analytical Chemists International**, 17. ed. V. II. USA: Washington, 2000.

ASTM D6304-07 Standard Test Method for Determination of Water in Petroleum Products, Lubricating Oils, and Additives by Coulometric Karl Fischer Titration, West Conshohocken, PA, USA: ASTM; 1999. DOI: 10.1520/D6304-07.

ASTM D2500-09 e 1 Standard Test Method for Cloud Point of Petroleum Products. West Conshohocken, PA, USA: ASTM; 1999. DOI: 10.1520/D2500-09.

ASTM D97 Standard Test Method of Petroleum Products. West Conshohocken, PA, USA: ASTM; 1999. DOI: 10.1520/D97.

ARRANZ, S.; PÉREZ-JIMÉNEZ, J.; SAURA-CALIXTO, F. Antioxidant capacity of walnut (*Juglans regia* L.): contribution of oil and defatted matter, **Europe Food Research and Technology**, v. 227, p. 425–431, 2008.

BLIGH, E.G.; DYER, W.J. A rapid method of total lipid extraction and purification. **Canadian Journal Biochemistry and Physiology**, Ottawa, v.37, n.8, p.911-917, 1959.

BRASIL. Agência Nacional de Vigilância Sanitária ANVISA. Resolução RDC nº 270, de 22 de setembro de 2005 D.O.U. - Diário Oficial da União; Poder Executivo, de 23 de setembro de 2005.

BOBBIO, F. O.; BOBBIO, P. A. **Introdução à Química de Alimentos**, Livraria Varela, São Paulo, 1995.

BORA, P. S.; ROCHA, R. V. M.; NARAIM, N.; MOREIRA-MONTEIRO, A. C.; MOREIRA, R. A. Characterization of principal nutritional components of Brazilian oil palm (*Eliaes guineensis*) fruits. **Bioresource Technology**, Fayetteville, v. 87, p. 1-5, 2003.

BROCK, J.; NOGUEIRA, M. R.; ZAKRZEWSKI, C.; Fernanda de Castilhos CORAZZA, F. de C.; CORAZZA, M. L.; José Vladimir de OLIVEIRA, J. V. Determinação experimental da viscosidade e condutividade térmica de óleos vegetais. **Revista Ciência e Tecnologia de Alimentos**, Campinas, v.28, n.3, p.564-570, 2008.

CHRISTIE, W.W. A simple procedure for rapid transmethylation of glycerolipids and cholesterol esters. **Journal of Lipid Research**, v.23, p.1072-1075, 1982

CHIERICE, G. O.; CLARO NETO, S. Aplicação industrial do óleo. In: AZEVEDO, D. M. P.; LIMA, E. F.(Ed.) **O Agronegócio da mamona no Brasil**. Brasília: Embrapa Informação Tecnológica, p. 89- 120, 2001.

CHAIYASIT, W.; ELIAS, R.J.; MCCLEMENTS, D.J.; DECKER, E.A. Role of physical structures in bulk oils on lipid oxidation. **Critical Reviews in Food Science and Nutrition**. v. 47, p.299-317, 2007.

CODEX ALIMENTARIUS (FAO/WHO). Codex Standard for Named Vegetable Oils, CODEX STAN 210 (Amended 2003). Codex Alimentarius, Roma, Itália, 2003.

COZZOLINO, S. M. F. **Biodisponibilidade de Nutrientes**, São Paulo, Ed. Manole, p. 185-206, 3. ed., 2009.

CONCEIÇÃO, M. M. et al. Rheological Behavior of Castor Oil Biodiesel. **Energy & Fuels**, v. 19, n. 5, p. 2185-2188, 2005.

ESPÍN, J.C.; SOLER-RIVAS, C., WICHES, H.J. Characterization of the total free radical scavenger capacity of vegetable oils and oil fractions using 2,2-diphenyl- 1-picrylhydrazyl radical. **Journal Agricultural Food Chemistry**. n.48, p.648-656, 2000.

FARIA, E. A. de; LELES, M. I. G.; IONASHIRO, M. Estudo da estabilidade térmica de óleos e gorduras vegetais por TG/DTG e DTA. **Ecletica Química**. vol.27, São Paulo, 2002.

FRANKEL, E.N.; HUANG, S.W.; KANNER, J.; GERMAN, J.B. Interfacial phenomena in the evaluation of antioxidants: bulk oils vs emulsions. **Journal Agricultural Food Chemistry**, n. 42, p.1054-9, 1994.

FRANKEL, E.N. Antioxidants in lipid foods and their impact on food quality. *Food Chem.* 1996, n. 57, p. 51-55, 1996.

FREIRE, R. M. M. Ricinoquímica. In: AZEVEDO, D.M.P. de; LIMA, E.F. **O agronegócio da mamona no Brasil**. Comunicação para transferência de tecnologia, p.295-335, 2001.

HAMILTON, R. J. The chemistry of rancidity in foods. In: HAMILTON, R. J.; ALLEN, J. C. **Rancidity in foods**. 3th ed. London: Blackie Academic & Professional, p. 1-21. 1994.

HUANG, D.; OU, B.; PRIOR, R. The Chemistry behind antioxidant capacity assays. **J Agric Food Chem**. v. 53, p.1841-56, 2005.

LAURELES, L. R.; RODRIGUEZ, F. M.; REAÑO, 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 of Agricultural and Food Chemistry**, Davis, v. 50, p. 1581-1586, 2002.

MACHADO, M. C. N.; SOUZA, A. G.; NUNES, L. M.; PINHEIRO, C. D.; MACHADO, J. C. Kinetic study of the thermal decomposition on bisdialkyldithiocarbamate cadmium ii complexes by isothermal and non-isothermal thermogravimetry. **Thermochimica Acta**, v. 328, p. 201-207, 1999.

- MAHAN, L.K.; ESCOTT-STUMP, S. **Krause. Alimentos, Nutrição & Dietoterapia** 10^aed., São Paulo: Roca, 2002, 1157 p.
- MORETTO, E.; FETT, R. **Tecnologia de óleos e vegetais na indústria de alimentos**. São Paulo: Livraria Varela, 1998.
- NETO, R. J. G.; CARVALHO, A. S.; JESUS, D. S.; DUARTE, F.J. B.; VELOSO, C **Extração e caracterização do óleo da amêndoa do licuri (*Syagrus coronata*)** 32^a Reunião da Sociedade Brasileira de Química. 2009.
- NORUM, K. R. Dietary fat and blood lipids. **Nutrition Review**, v.50, p.430-37, 1992.
- OO, K. C.; TEH, S. K.; KHOR, H. T.; ONG, A. S. H. Fatty acid synthase in the oil palm (*Elaeis guineensis*): Incorporation of acetate by tissue slices of the developing fruit, **Lipids**, v.20, n.4, Malaysia, 1985.
- MOTHÉ, C. G.; AZEVEDO, A. D. **Análise térmica de materiais**. São Paulo: Editora, 2002.
- ORDÓÑEZ, J. A. **Tecnologia de alimentos: componentes dos alimentos e processos**. Porto Alegre: Artmed, 2005.
- PAUL, S.; MITTAL, G. S. Regulating the use of degraded oil/fat in deep-fat/oil food frying. **Critical Reviews in Food Science and Nutrition**, v. 37, n. 7, p. 635-662, 1997.
- POMERANZ, Y. Functional properties of food components. 2^a ed. San Diego: **Academy Press**, California, 1991.
- PRIOR, R.L.; WU, X.; SCHAICH, K. Standardized methods for the determination of antioxidant capacity and phenolics in foods and dietary supplements. **J Agric Food Chem.** v. 53,p. 4290-302, 2005.
- QUEIROGA, R. de C. R. do E.; MAIA, M. de O.; MEDEIROS, A. N. de; COSTA, R. G.; PEREIRA, R. A. G.; BOMFIM, M. A. D. Produção e composição química do leite de cabras mestiças Moxotó sob suplementação com óleo de licuri ou mamona. **Revista Brasileira de Zootecnia**, v.39, n.1, p.204-209, 2010.
- RAMADAN, M.F; MOERSEL, J.T. Screening of the antiradical action of vegetable oils. **J Food Compost Anal.**, v. 19, p.838-42, 2006.
- RUFINO, M. S. M.; PÉREZ-JIMÉNEZ, J.; ARRANZ, S.; ALVES, R. E.; BRITO, E. S.; OLIVEIRA, M. S. P.; SAURA-CALIXTO, F. Açaí (*Euterpe oleraceae*) ‘BRS Pará’: A tropical fruit source of antioxidant dietary fiber and high antioxidant capacity oil. **Food Research International** v.44, p. 2100–2106, 2011.
- RUZINI, A.; NOVICK, R. P. Equivalence of Lauric Acid and Glycerol Monolaurate as Inhibitors of Signal Transduction in *Staphylococcus aureus*, **JOURNAL OF BACTERIOLOGY**, New York University Medical Center, Skirball Institute, New York, v. 182, n. 9, p. 2668–2671, 2000

ROSSI, L. **Produção de biocombustível alternativo ao óleo diesel através da transesterificação de óleo de soja usado em frituras.** Centro de Pesquisa em Química Aplicada - Departamento de Química - Universidade Federal do Paraná, 1999.

SATHE, S. K.; SEERAM, N. P.; KSHIRSAGAR, H. H.; HEBER, D.; LAPSLEY, K. A. Fatty acid and composition of California grown almonds. **Jounal Food Science**, v.73, n.9, p. 607-614, 2008.

SKOOG, D. A.; HOLLER, F. J.; NIEMAN, T. A. **Principios de análise instrumental.** Tradução de Ignez Caracelli. 5. ed. Porto Alegre: Bookman, 836 p., 2002.

SOLDI, A.; OLIVEIRA, A. R. S.; RAMOS, L. P; CÉSAR-OLIVEIRA, M. A. F. Aditivo redutor dos pontos de fluidez e de névoa do biodiesel dos óleos de soja e de palma e de suas misturas com petrodiesel. **In:** Congresso da rede brasileira de tecnologia do biodiesel, 2 Brasília-DF, 2006.

SOUZA, A. da S. L. **Avaliação da estabilidade térmica e oxidativa de chocolates amargos.** Dissertação (Mestrado em Ciência e Tecnologia de Alimentos), Universidade Federal da Paraíba, 109p. 2010.

SZYDLOWSKA-CZERNIAK, A.; KARLOVITS, G.; DIANOCZKI, C.; RECSEG, K.; SZBLYK, E. Comparison of two analytical methods for assessing antioxidant capacity of rapeseed and olive oils. **J Am Oil Chem Soc.** v. 85, p.141-149, 2008.

TUBEROSO, C.I.G.; KOWALCZYK, A.; SARRITZU, E.; CABRAS, P. Determination of antioxidant compounds and antioxidant activity in commercial oilseeds for food use. **Food Chemistry.** n.103, p. 1494-1501, 2007.

VALAVANIDIS, A.; NISIOTOU, C.; PAPAGEORGIOU, Y.; KREMLI, I.; SATRAVELAS, N.; ZINIERIS, N. Comparison of the radical scavenging potential of polar and lipídica fractions of olive oil and other vegetable oils under normal conditions and after thermal treatment. **Journal Agricultural Food Chemistry**, n.52, p.2358-65, 2004.

VARELA, G.; MOREIRAS-VARELA, O.; RUIZ-ROSO, B. Utilización de algunos aceites em frituras repetidas. Câmbios em las grasas y análisis sensorial de los alimentos fritos, **Grasas y Aceites**, v.34, fasc.2, p.101 – 107, 1983.

WATSON, L.; DALLWITZ, M. J. **The families of flowering plants: descriptions, illustrations, identification, and information retrieval.** 19ª versão. 1999.

WU, X.; GU, L.; HOLDEN, J.; HAYTOWITZ, D.B.; GEBHARDT, S.E.; BEECHER, G. Development of a database for total antioxidant capacity in foods: a preliminary study. **J Food Compost Anal.** v. 17, p.407-22, 2004.

YABUUCHI, Y.; MATSUSHITA, Y.; OTSUKA, H.; FUKAMACHI, K.; KOBAYASHI, Y. Effects of supplemental lauric acid-rich oils in high-grain diet on *in vitro* rumen fermentation. **Animal Science Journal**, Musashino, v.77, p.300–307, 2006.