

CARACTERIZAÇÃO DAS PROPRIEDADES FÍSICO-QUÍMICAS, TECNOLÓGICAS E VISCOAMILOGRÁFICAS DA FARINHA DE PUPUNHA (*BACTRIS GASIPAE* KUNT).

M. B. PIRES ¹, E. R. AMANTE ², A. M. C. RODRIGUES ¹, L. H. M. da SILVA ¹.

¹ Universidade Federal do Pará, Programa de Pós Graduação em Ciência e Tecnologia de Alimentos

² Universidade Federal de Santa Catarina, Programa de Pós Graduação em Ciência dos Alimentos.

E-mail para contato: marliapires@ufpa.br

RESUMO – Visando sua utilização na elaboração de produtos alimentícios, foram obtidas diferentes farinhas de pupunha (*Bactris gasipaes* Kunth) da variedade Vaupés. Avaliou-se a composição físico-química, as propriedades tecnológicas (viscosidade, capacidade de absorção de água, absorção de óleo, capacidade emulsificante e capacidade de formação de espuma) e a morfologia das farinhas de pupunha. Os resultados apresentaram diferença de cor entre elas, proporcionada pelo tratamento térmico e presença ou ausência de casca, a determinação da densidade demonstrou não haver diferença significativa entre os lotes. Os valores de umidade ficaram de acordo com a legislação vigente, que preconiza máximo de 15% de umidade. Foram encontrados teores consideráveis de lipídeos ($\geq 10\%$) e carboidrato ($\geq 59\%$). Os diferentes lotes apresentaram-se como excelente fonte energética (≥ 390 kcal/100g). O ácido graxo predominante nas farinhas de pupunha foi o ácido oleico (C18: 1), que representou em média 45% de sua composição. Os perfis viscoamilográficos determinados foram bastante diferentes, evidenciando, uma redução dos valores de viscosidade nos lotes que passaram por tratamento térmico. As micrografias eletrônicas apresentam a estrutura do amido com características arredondadas e tamanhos não homogêneos.

1. INTRODUÇÃO

Segundo Kerr *et al.* (1997) o fruto, conhecido no Brasil como pupunha, é bastante utilizado na alimentação, sendo rico em proteínas, carboidratos, fibras, caroteno (pró-vitamina A), ácido ascórbico, minerais, principalmente ferro, cálcio e fósforo. Os frutos são consumidos cozidos e prestam-se à extração de óleo ou à produção de farinhas para as mais variadas finalidades (GOIA *et al.*, 1997).

Uma das formas de industrialização deste fruto é na forma de farinha, em estudos realizados no Brasil e na Costa Rica demonstrou o uso de farinha de pupunha em panificação e pastelaria, em substituição à farinha de trigo e milho, com resultados satisfatórios (CLEMENT e MORA URPI, 1988). O incentivo quanto ao seu consumo poderiam solucionar problemas de saúde pública, uma vez que já foi comprovada a eficiência da utilização da pupunha como fonte de vitamina A (YUYAMA e COZZOLINO, 1996).

Com interesse de atender a indústria de alimentos, que vem enfrentando um mercado cada vez mais competitivo, consumidores que procuram por produtos saudáveis e com característica sensoriais agradáveis, agregando valor aos mesmos utilizando-se para isso de desenvolvimento tecnológico se propôs a elaboração e caracterização físico-química e das propriedades tecnológicas da farinha de pupunha (*Bactris gasipaes* Kunth), variedade Vaupés, visando sua utilização na elaboração de produtos alimentícios.

2. MATERIAIS E MÉTODOS

2.1. Matéria prima

Os frutos de pupunha (*Bactris gasipaes* Kunth) da variedade Vaupés foram adquiridos no mercado do Ver-o-peso, em Belém no estado do Pará.

2.2. Obtenção da farinha

Os frutos foram separados em lotes (Lote 1: Pupunha sem cozimento sem casca; Lote 2: Pupunha sem cozimento com casca; Lote 3: Pupunha com cozimento sem casca e Lote 4: Pupunha com cozimento com casca), o cozimento foi em autoclave a temperatura de 121°C por 60 minutos, os frutos pertencentes aos diferentes lotes foram secos em secador de leito fixo, sob temperatura de 55°C por em média 42 horas. Após a secagem os frutos foram triturados em moinho de martelos contínuo, seguida de moinho de facas contínuo e embaladas a vácuo e armazenadas em temperatura ambiente, até o momento das análises.

2.3. Caracterização físico-química

A análise de cor foi realizada em colorímetro, operando no sistema CIE (L^* , a^* , b^*), da marca HUNTER modelo COLOR QUEST XE, sendo as coordenadas de cromaticidade: L^* para luminosidade, a^* para intensidade da cor vermelho e b^* para intensidade da cor amarela. As densidades absolutas das partículas de farinha foram determinadas pelo método do picnômetro, por deslocamento do xileno a 30 °C, segundo Schoch e Leach (1964).

A composição centesimal (umidade, proteínas, lipídeos, cinzas e carboidratos), pH e acidez foram determinados segundo métodos descritos pela AOAC (2002). O valor calórico foi calculado com base na composição centesimal, utilizando os coeficientes de Atwater

(WATT; MERRILL, 1963), que considera 4kcal/g para proteínas e carboidratos e 9kcal/g para lipídeos.

A extração dos ácidos graxos foi feita usando bligh e dyer, e a composição desses ácidos graxos foi determinada pela conversão de ácidos graxos em ésteres metílicos (FAMES), com base no método proposto por Rodrigues *et al.* (2010) e detectados utilizando cromatografia gasosa. A extração de carotenos presentes nas farinhas, foi feita segundo o método de Rodriguez -Amaya, (1994).

2.4. Caracterização morfológica da farinha

As amostras de farinha de pupunha foram submetidas a microscopia eletrônica de varredura (MEV) em microscópio eletrônico de varredura modelo ZEISS DSM 940 A. Para a microscopia óptica, as amostras foram visualizadas em microscópio óptico com luz polarizada Olympus SZH10, acoplado a uma câmera fotográfica Olympus.

2.5. Propriedades viscoamilográficas

A determinação das propriedades de pasta foi feita em equipamento Rapid Visco Analyser (RVA), da marca PERTEN, série RVA 4500. Cujos parâmetros estão de acordo com AACC número 76-21 (AACC, 2000).

2.6. Análise estatística

Todas as análises foram conduzidas em triplicata e os dados expressos como média aritmética e desvio padrão (DP). Os dados foram submetidos à análise de variância (ANOVA), teste de Tukey á nível de 5 % de significância, para comparação das médias.

3. RESULTADOS E DISCUSSÕES

3.1. Caracterização físico-química das farinhas de pupunha

Os resultados encontrados para determinação de cor e densidade das farinhas de pupunha encontram-se expressos na Tabela 1, onde se observa que a farinha de pupunha sem cozimento e sem casca (FP1) apresenta intensidade menor de vermelho e amarelo. Pode-se observar que a coloração amarela e o vermelho elevaram-se após o tratamento térmico, isto se deve ao fato de alguns carotenoides modificarem sua estrutura após o cozimento. As moléculas dos carotenoides, dependendo da conformação, possuem um sistema de duplas ligações que constituem o grupo cromóforo responsável pela cor que proporciona aos alimentos (RIBEIRO e SERAVALHI, 2004).

Tabela 1- Determinação de cor nas farinhas de pupunha

Amostra	Cor	Densidade
---------	-----	-----------

	L*	a*	b*	Densidade (g cm ⁻³)
FP1	81,13±0,4 ^a	2,69±0,1 ^b	18,45±0,1 ^c	1,606 ± 0,2 ^a
FP2	78,17±0,3 ^c	3,75±0,3 ^a	21,1 ±0,4 ^b	1,673 ± 0,2 ^a
FP3	82,32±0,07 ^b	3,83±0,2 ^a	26,03±0,5 ^a	1,301 ± 0,1 ^a
FP4	76,21±0,4 ^d	3,77±0,1 ^a	25,06±0,8 ^a	1,320 ± 0,3 ^a

FP1: sem cozimento sem casca; FP2: sem cozimento com casca; FP3: com cozimento sem casca e FP4: com cozimento com casca. Valores médios de três repetições com seus desvios padrões. Letras diferentes entre linhas representam diferença significativa a 95% de significância.

A umidade é um parâmetro importante a ser avaliado, pois indica se a secagem foi adequada. Segundo a Resolução CNNPA N° 12 da ANVISA (BRASIL, 1978), que regulamenta os parâmetros de qualidade da farinha de trigo, a umidade deve estar abaixo de 15%. Logo, como pode se observar na Tabela 2, com exceção da farinha sem cozimento com casca, todas as outras estão de acordo essa legislação. Os teores de lipídeos e proteínas estão de acordo com Goia *et al.* (1993) (8,9- 22,4 g/100g b.s. e 4,1- 6,6 g/100g b.s, respectivamente). As farinhas podem ser consideradas excelente fonte de carboidratos, concentração maior do que 59% e excelente fonte de calorías.

Tabela 2- Composição das farinhas de pupunha (*Bactris gasipaes* Kunth)

Componente	FP1	FP2	FP3	FP4
Umidade (g/100g)	9,45 ± 0,1 ^a	17,64 ± 0,2 ^b	9,47 ± 0,06 ^a	13,44 ± 0,1 ^c
Lipídeos (g/100g)	10,09 ± 0,6 ^d	13,53 ± 0,4 ^c	15,27 ± 0,5 ^b	20,42 ± 0,3 ^a
Cinzas (g/100g)	1,42 ± 0,03 ^c	1,52 ± 0,01 ^{a, b}	1,48 ± 0,02 ^b	1,56 ± 0,01 ^a
Proteínas (g/100g)	4,83 ± 0,06 ^c	5,09 ± 0,02 ^a	4,68 ± 0,1 ^c	5,00 ± 0,01 ^b
Carboidratos (g/100g)	74,19 ± 0,5 ^a	62,19 ± 0,6 ^c	69,09 ± 0,4 ^b	59,56 ± 0,3 ^d
pH	3,35 ± 0,07 ^c	3,9 ± 0,0 ^a	3,2 ± 0,07 ^d	3,6 ± 0,14 ^b
Acidez titulável	3,26 ± 0,2 ^a	2,44 ± 0,1 ^b	2,40 ± 0,1 ^b	1,69 ± 0,02 ^b
Carotenos totais (mg/100g)	6,33 ± 0,02 ^b	15,67 ± 0,1 ^d	8,71 ± 0,04 ^a	16,34 ± 0,08 ^c
Valor calórico (kcal/100g)	406,606 ± 0,6 ^c	390,89 ± 0,8 ^d	432,51 ± 0,8 ^b	442,02 ± 0,2 ^a

FP1: sem cozimento sem casca; FP2: sem cozimento com casca; FP3: com cozimento sem casca e FP4: com cozimento com casca. Valores médios de três repetições com seus desvios padrões. Letras diferentes entre colunas representam diferença significativa a 95%.

Os valores apresentados na Tabela 2 mostram o efeito do tratamento térmico sobre os carotenoides totais para os lotes de farinhas estudados. As farinhas que foram submetidas a tratamento térmico apresentam maiores teores de carotenoides, segundo Garbanzo (2011) isso se deve ao fato de o aquecimento alterar a estrutura dos carotenoides, alterando sua conformação (cis, trans).

Após determinação verificou-se que o ácido graxo predominante nas farinhas de pupunha foi o ácido oleico (C18:1), que representou em média 45% de sua composição, seguido do ácido Palmítico (C16:0), com 30% dos ácidos que constituem as farinhas de pupunha. Os resultados encontrados para os ácidos graxos das farinhas de pupunha estão de acordo com Ciprona (1986), Rojas et al. (1994) e Yuyama *et al.* (2003). Os ácidos graxos, através da alimentação, são utilizados como fonte de energia para o funcionamento do organismo. Aproximadamente 40% do total da necessidade diária de ácidos graxos são obtidos através da dieta (ROJAS, 1994).

3.4. Propriedades viscoamilograficas

Na Tabela 4 são apresentados os principais pontos do viscoamilograma para as quatro farinhas de pupunha.

Tabela 4- Propriedades de pasta das farinhas de pupunha

Amostras	Tp (°C)	VM 95°C (Cp)	VF 50°C (Cp)	Quebra (Cp)	Retrogradação (Cp)	Tp (min)
FP1	93,15 ± 2 ^a	461,67 ± 1 ^b	458,66 ± 3 ^b	367,33 ± 4 ^b	364,33 ± 3 ^a	11,69 ± 2 ^a
FP2	94,9 ± 0,2 ^a	672,67 ± 1 ^a	649,67 ± 3 ^a	590 ± 5 ^a	547 ± 4 ^b	12,22 ± 0,4 ^a
FP3	62 ± 2 ^b	33 ± 1 ^c	29,67 ± 0,5 ^c	33 ± 1 ^d	29,66 ± 0,5 ^d	11,31 ± 0,2 ^a
FP4	52,67 ± 3 ^c	38,33 ± 7 ^c	30,33 ± 2 ^c	75,67 ± 3 ^c	67,67 ± 8 ^c	10,93 ± 0,4 ^a

FP1: sem cozimento sem casca; FP2: sem cozimento com casca; FP3: com cozimento sem casca e FP4: com cozimento com casca. Média de três repetições com seus desvios padrões. Letras diferentes entre linhas representam diferença significativa a 95%. Tp: Temperatura inicial de pasta; VM: Viscosidade máxima; VF: Viscosidade final; tp: Tempo de pico. cP: centipoise.

Os perfis de viscosidade das farinhas diferenciaram, pois houve efeito do tipo de tratamento (sem cozimento e com cozimento) e a composição das mesmas (sem casca e com casca). Os parâmetros temperatura de pasta, viscosidade máxima e viscosidade final apresentaram valores menores para a farinha com cozimento em relação a sem cozimento, isto deve-se ao fato de o tratamento térmico ter pré-gelatinizado o amido presente nestas farinhas. Considerando as temperaturas de empastamento dos diferentes lotes de farinha, pode-se dizer que do ponto de vista energético as farinhas cozidas são mais interessantes, já que produzem pastas viscosas mais rapidamente. Já a elevação da temperatura de pasta, para as farinhas sem cozimento, pode ser associada a uma redução da região cristalina do grânulo, gerando aumento de viscosidade e de tendência a retrogradação (ADEBOWALE *et al.*, 2005).

3.6. Caracterização morfológica das farinhas

A Figura 2 apresenta as micrografias das farinhas de pupunha, já a Figura 3, mostra a organização externa dos grânulos de amido que constituem as farinhas de pupunha, com a visualização da cruz de malta.

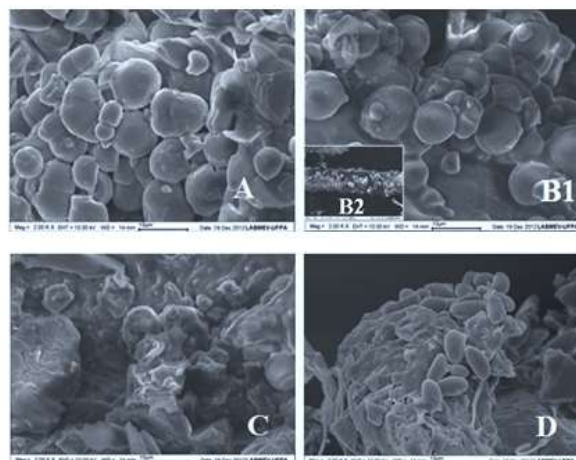


Figura 2- Microscopia eletrônica de varredura das farinhas de pupunha (aumento de 2000x). A- Farinha de pupunha sem cozimento sem casca; B- Farinha de pupunha sem cozimento com casca; C- Farinha de pupunha com cozimento sem casca e D- Farinha de pupunha com cozimento com casca.

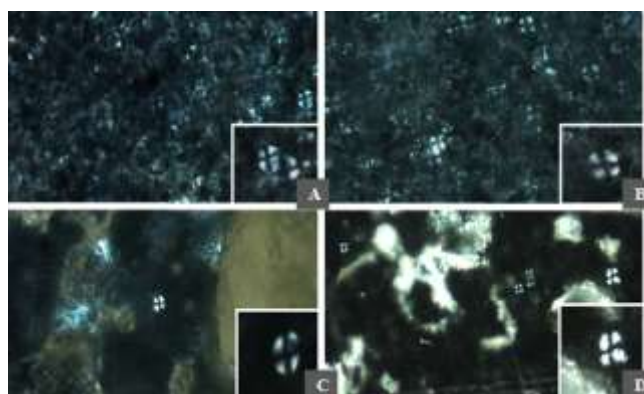


Figura 3- Imagens de microscopia óptica sob luz polarizada das diferentes farinhas de pupunha. A- sem cozimento sem casca; B – sem cozimento com casca; C- com cozimento sem casca e D- com cozimento com casca.

As micrografias ilustram a morfologia das farinhas de pupunha, onde se pode observar claramente na Figura 2 A e B1 a estrutura do amido com característica arredondada e tamanho não homogêneo. Na Figura 2- B2 pode-se observar a presença da estrutura vegetal referente as fibras oriundas da casca. As Figuras 2C e D mostram claramente que após o processo de cozimento houve gelatinização do amido e das fibras presentes nas farinhas. Quando se avalia as microscopias ópticas se visualiza perfeitamente a cruz de malta, observa-se que após o processo de cozimento estes grânulos alteraram sua estrutura interna, mas ainda pode ser observado, o que sugere resistência deste grânulo de amido a temperatura de processo ao qual foram submetidas (GARCIA *et al.*, 1996).

4. CONCLUSÕES

Os resultados obtidos após a avaliação da composição das farinhas estão de acordo com estudos realizados por outros autores, demonstrando o sucesso do processo de obtenção de farinha de pupunha a partir da variedade Vaupés. A farinha de pupunha pode ser considerada excelente fonte de carboidratos e excelente fonte de energia. A inserção da casca de pupunha na farinha eleva o conteúdo principalmente de lipídeos, carotenoides e ácidos graxos, agregando valor nutricional à farinha de pupunha. As farinhas apresentaram comportamentos diferentes de viscosidade, principalmente relacionado com o cozimento dos frutos.

5. REFERÊNCIAS

AACC. American Association of Cereal Chemists). Approved Methods of the AACC. St. Paul, AACC, p76-21, 2000.

ADEBOWALE, K. O.; AFOLABI, T. A.; OLU – OWOLABI, B.I., Hydrothermal treatments of finger millet (*Eleusine Corona*) start. *Food Hydrocol. Wresch.*, v. 19, p. 974-983, 2005.

AOAC; Official Methods of Analysis of Association of Official Analytical Chemists. 17th ed. Washington, 2002.

BRASIL, Resolução CNNPA Nº 12, de 24/ 07/ 1978. Regulamento técnico sobre padrões de identidade e qualidade da farinha de trigo. Diário oficial. Brasília, DF.

CIPRONA. Usos industriales del pejobaye (*Bactris gasipaes*). Informe de Investigación del Centro de Investigaciones de Productos Naturales (CIPRONA), Universidad de Costa Rica, San José, Costa Rica, 1986.

CLEMENT, C.R.; MORA URPI, J.. Phenotypic variation of peach palm observed in the Amazon basin. In: Clement, C.R.; Coradin, L. (eds.). Final report (revised): Peach palm (*Bactris gasipaes* H.B.K.) germplasm bank. U.S. Agency for International Development (grant number DAN-5542-G-SS-2093-00), Instituto Nacional de Pesquisas da Amazônia, Centro Nacional de Recursos Genéticos/Embrapa, Manaus, AM. 1988 pp. 2005, 20-54.

GARBANZO, C. R; PÉREZ, A. M.; CARMONA, J. B.; Identification and quantification of carotenoids by HPLC-DAD during the process of peach palm (*Bactris gasipaes* H.B.K.) flour, *Journ. of Food Researc. Internat.*, São José, Costa Rica, 2011.

GARCIA, V.; COLONNA, P.; LOURDIN, D.; BULEON, A.; BIZOT, H.; OLLIVON, M. Thermal transitions of cassava at intermediate water contents, *Journ. of Therm. Analys.*, v. 47, p. 1213-1228. 1996.

GOIA, C. H.; ANDRADE, J. S.; ARAGÃO, C. G. Composição química da farinha de pupunha. *Revist. Quími. Indust.*, v. 2, n. 2, p. 48-54, 1993.

KERR, L.S.; CLEMENT, R.N.S.; CLEMENT, C.R.; KERR, W.E. Cozinhando com a Pupunha. Instituto Nacional de Pesquisas da Amazônia, Manaus, AM. 95 p. 1997.

RIBEIRO, E. P; SERAVALLI. A.G. Química de alimentos. Instituto Mauá de tecnologia. Editora Edgar. Blucher Ltda, 1º edição, São Paulo, p. 155- 157, 2004.

RODRIGUES, A.M.C.; DARNET, S.; SILVA, L.H.M. Fatty Acid Profiles and Tocopherol Contents of Buriti (*Mauritia flexuosa*), Patawa (*Oenocarpus bataua*), Tucuma (*Astrocaryum vulgare*), Mari (*Poraqueiba paraensis*) and Inaja (*Maximiliana maripa*) Fruits. *Journ. Brazil. Chem. Societ.* v.21, No. 10, 2000-2004, 2010.

RODRIGUES-AMAYA, D. A Guide to Carotenoid Analysis in Foods. ILSI Press, Washington, 1999, p 37-5.

ROJAS, J. M. Chemometric classificats of two peach palm (*Bactri gasipaes* H.B.K.). Londraces (*Juruion* and *vaupes*) Perú, 1994.

WATT, B; MERRILL, AL. Composition of food: Raw, Processed, Prepared. Washington, D. C: Consumer end food economics research division/ *Agricult. Research. Service.*, 1963.

YUYAMA, K. O.; COZZOLINO, S. M. F. Efeito da suplementação com pupunha como fonte de vitamina A em dieta: estudo em ratos. *Revist. de Saúd. Públic.*, v. 30, n. 1, 1996.

YUYAMA, L. K.; AGUIAR, J. P.; YUYAMA, K.; CLEMENT, C. R.; MACEDO, S. H.; FAVARO, D. I.; AFONSO, C.; VASCONCELLOS, M. B.; PIMENTEL, S. A.; BADOLATO, E. S.; VANNUCCHI, H. Chemical composition of the fruit mesocarp of three peach palm (*Bactris gasipaes*) populations grown in central Amazonia, Brazil. *Int. Journ. Food Sci. Nutr.*, v. 54, n. 1, 2003, p. 49-56,