

AUTORES
AUTHORS**✉ Kelly de Oliveira COHEN**

Pesquisadora da Embrapa Amazônia Oriental
Trav. Dr. Enéas Pinheiro s/n, Caixa Postal 48
CEP 66095-100 Belém-PA
e-mail: cohen@cpatu.embrapa.br

Marisa de Nazaré Hoeiz JACKIX

Profª Drª do Departamento de Tecnologia de Alimentos -
Faculdade de Engenharia Alimentos da Universidade
Estadual de Campinas (UNICAMP)
Rua Monteiro Lobato, 80, Cidade Universitária,
Zeferino Vaz, CEP: 13083-970 Campinas-SP

PALAVRAS-CHAVE
KEY WORDS

Theobroma graniflorum; Theobroma cacao; Nibs;
Liquor; Gordura de cupuaçu; Manteiga de cacau;
Chocolate / Theobroma graniflorum; Theobroma
cacao; Nibs; Liquor; Cupuassu butter;
Cocoa butter; Chocolate.

**Obtenção e Caracterização Física,
Química e Físico-Química de Liquor de
Cupuaçu e de Cacau****Production and Physical, Chemical and
Physical-Chemical Characterization of
Cupuassu and Cocoa Liquors****RESUMO**

De sementes fermentadas e secas de cupuaçu (*Theobroma grandiflorum* Schum.) pode-se produzir um produto semelhante ao licor de cacau, denominado licor de cupuaçu, que pode ser usado como ingrediente na elaboração de produtos análogos ao chocolate, bolos, biscoitos e sorvetes. Embora o licor de cupuaçu apresente grande potencial na indústria alimentícia, há escassez de informações na literatura sobre as suas características em geral. Portanto, neste trabalho, realizou-se o estudo de processo de obtenção e caracterização física, química e físico-química do licor de cupuaçu, fazendo-se análise comparativa com o licor de cacau. Para a produção das amostras de licor, as sementes de cupuaçu e de cacau foram fermentadas e secas, sendo quebradas em moinhos de facas para a obtenção dos nibs, os quais foram torrados a 150°C por 40min, moídos e refinados, produzindo-se as amostras de licor de cupuaçu (LCU) e de cacau (LCA), respectivamente. A metodologia desenvolvida para a produção de licor mostrou-se adequada para as amostras LCU e LCA. A LCU apresentou teor de gordura (65,77%) significativamente superior ao de LCA (54,20%), consequentemente, seu valor calórico também foi maior. No entanto, o LCA obteve maiores teores de proteínas (12,27%) e de carboidratos (24,23%) em relação a LCU (9,27% e 15,54%, respectivamente). Os valores de pH (5,57) e de acidez (10,83 meq NaOH/100g) do licor de cupuaçu apresentaram-se adequados para a produção de produtos análogos ao chocolate. Os parâmetros de cor das amostras diferiram entre si, onde o sistema CIELAB revelou que o parâmetro L* da análise de cor do licor de cupuaçu foi cerca de 5% inferior ao licor de cacau. Entretanto, a maior diferença foi na intensidade de vermelho e amarelo, ou seja, das coordenadas cromáticas a* e b*, respectivamente, apresentando o licor de cupuaçu valor da coordenada a* em torno de 34% e da coordenada b* cerca de 20% superiores às do licor de cacau.

SUMMARY

From the dried fermented seeds of cupuassu (*Theobroma grandiflorum* Schum.) a product similar to cocoa liquor, named cupuassu liquor, can be obtained. This product can be used as an ingredient in the production of chocolate analogues, cakes, biscuits and ice creams. Although cupuassu liquor has great potential in the food industry, there is a lack of information in the literature about its characteristics in general. Thus, in this study, the production process and the physical, chemical and physical-chemical characteristics of cupuassu liquor were studied, making a comparative analysis with cocoa liquor. For the production of the liquors, cupuassu and cocoa seeds were fermented and dried, then broken in knife mills to obtain nibs, which were roasted at 150°C for 40min, milled and refined, producing samples of cupuassu liquor (LCU) and cocoa liquor (LCA), respectively. The methodology developed to produce the liquor was appropriate for both samples (LCU and LCA). LCU presented a fat content (65.77%) significantly higher than that of LCA (54.20%) and consequently its caloric value was also greater. However, LCA presented higher protein (12.27%) and carbohydrate (24.23%) contents as compared to LCU (9.27% and 15.54%, respectively). The pH (5.57) and acid values (10.83 meq NaOH/100g) of the cupuassu liquor were adequate for the production of chocolate analogues. The colour parameters of the samples differed – the CIELAB system revealed that in the colour analysis the parameter L* of the cupuassu liquor was approximately 5% lower than that of the cocoa liquor. However, the greatest difference was in the intensity of the colours red and yellow, that is, in the chromatic coordinates a* and b*, respectively. The values of a* and of b* of the cupuassu liquor were about 34% and 20% higher, respectively, than those of the cocoa liquor.

1. INTRODUÇÃO

Visando contribuir com a manutenção de ecossistemas mais equilibrados, pesquisadores têm se empenhado em propor alternativas para os subprodutos e descartes industriais. Aliado a este enfoque, o aproveitamento de fontes ricas em nutrientes justifica as recentes pesquisas com as sementes de cupuaçu.

O cupuaçu (*Theobroma grandiflorum* Schum.) é nativo da região amazônica e desporta como uma das mais promissoras culturas para a exploração comercial, tanto nacional como internacional, com grande potencial de aproveitamento pela indústria alimentícia. O seu cultivo tem significativo valor econômico e social para esta região, e a polpa, seu principal produto, é comercializada nas formas in natura e congelada. Suas sementes, sendo consideradas como rejeito e que correspondem a 20% do peso do fruto, podem ser utilizadas na elaboração de produtos análogos aos oriundos das sementes de cacau, seguindo-se o mesmo processamento tecnológico. Dentre os produtos tem-se o líquor de cupuaçu, que é semelhante ao líquor de cacau que, segundo FANG et al. (1995), é definido como uma dispersão de partículas de cacau envolvidas por uma fase gordurosa contínua composta pela manteiga de cacau.

O líquor ou massa de cacau é um dos ingredientes do chocolate, do qual pode-se extrair a manteiga de cacau por prensagem e, da torta resultante, produzem-se os achocolatados. O líquor de cupuaçu possui a mesma aplicação tecnológica, podendo ser utilizado na elaboração de produtos análogos de chocolate e achocolatados, sendo este último resultante da torta de extração por prensagem da gordura de cupuaçu.

COHEN (2003) estudou a produção de dois produtos análogos de chocolate ao leite elaborados com líquor e gordura de cupuaçu: um denominado de Formulação F_{50} , o qual o autor substituiu 50% de líquor de cacau por líquor de cupuaçu e 50% de manteiga de cacau por gordura de cupuaçu; e outro, denominado de Formulação F_{100} , com 100% de substituição desses mesmos ingredientes. Através de teste de aceitação com 40 consumidores, nessas formulações e mais uma de chocolate ao leite (Formulação F_0), foi detectado que a maior aceitação por parte dos consumidores, para os atributos cor e aroma, foi para a Formulação F_0 ; sendo a Formulação F_{50} a mais aceita em relação aos atributos sabor, aceitação global e à atitude de compra. A Formulação F_{100} foi a que apresentou maior aceitação em relação ao atributo textura. O autor concluiu, ainda, que a substituição de 50% de líquor e manteiga de cacau por líquor e gordura de cupuaçu (Formulação F_{50}) na composição do chocolate, tem futuro promissor em sua comercialização.

2. MATERIAL E MÉTODOS

2.1 Material

As sementes de cupuaçu e de cacau foram coletadas (safra dezembro/1999), fermentadas e secas na Cooperativa Agrícola Mista de Tomé-Açu (CAMTA), localizada em Tomé-Açu, Estado do Pará.

2.2 Métodos

2.2.1 Processo de obtenção de sementes de cupuaçu e de cacau

Para a obtenção de sementes de cupuaçu e de cacau, foram utilizados cerca de 600kg de cada fruto, conforme fluxograma da Figura 1.

Após a quebra dos frutos de cupuaçu, com o auxílio de cutelo, suas sementes foram retiradas para serem despolpadas mecanicamente, às quais ficaram aderentes cerca de 5% de polpa, quantidade suficiente para a realização da etapa de fermentação. A retirada da polpa foi realizada devido à mesma ser utilizada na elaboração de produtos alimentícios. Enquanto isso, as sementes de cacau foram expostas à fermentação sem a remoção da polpa.

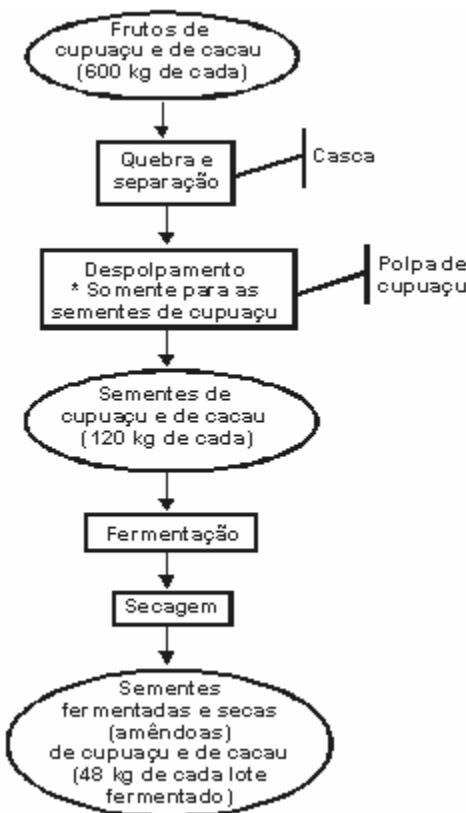


FIGURA 1. Fluxograma do processo de obtenção, fermentação e secagem de sementes de cupuaçu e de cacau.

2.2.2 Fermentação e secagem de sementes de cupuaçu e de cacau

As sementes de cupuaçu e de cacau foram fermentadas em caixa de madeira, construída de acordo com GRIMALDI (1978), com dimensões de 190cm de comprimento, 120cm de largura e 60cm de altura e espaço entre as tábuas de fundo de 0,2cm para o escoamento dos líquidos gerados durante o processo fermentativo. A caixa possui três compartimentos (Figura 2) com forma e volume adequados para o processo e com capacidade para 160kg de sementes, devendo ser colocada sob abrigo de chuva e sol.

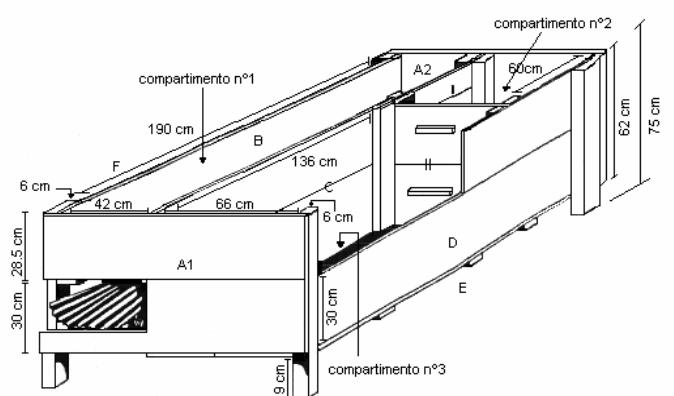


FIGURA 2. Esquema da caixa de fermentação T-60 (GRIMALDI, 1978).

Inicialmente, as sementes foram colocadas no primeiro compartimento da caixa, juntamente com folhas picadas de bananeira para proporcionar a inoculação dos microrganismos existentes na superfície dessas folhas, e cobertas com sacos de aniagem para auxiliar a retenção de calor gerado durante a fermentação. O tempo total do processo foi de 7 dias, com revolvimento das sementes após 48h para o 2º compartimento e 72h para o 3º compartimento da caixa. Foram medidas as temperaturas diárias da massa em diferentes níveis (superfície, meio e fundo), com o auxílio de um termômetro de mercúrio.

Após o processo fermentativo, as sementes foram secas ao sol, em barcaça de madeira, até obtenção de umidade

residual de aproximadamente 6%, determinada com o auxílio de um medidor de umidade de cacau.

2.2.3 Prova de corte

A qualidade do processo fermentativo das sementes fermentadas e secas de cupuaçu e de cacau foi avaliada pela prova de corte, conforme o método proposto para o cacau, Resolução nº 42 do Conselho Nacional de Comércio Exterior (CONCEX, 1968).

Foram retiradas, aleatoriamente, de cada lote 100 amêndoas, as quais foram seccionadas de forma longitudinal, e observadas uma a uma. Tal procedimento foi realizado em triplicata.

2.2.4 Processo de obtenção dos nibs de cupuaçu e de cacau

As amêndoas de cupuaçu e de cacau foram quebradas, separadamente, em moinho de faca, obtendo-se uma mistura de nibs (fragmentos dos cotilédones), cascas, nibs aderidos às cascas e amêndoas. Essa mistura foi submetida ao processo de peneiração, utilizando um granutest com peneiras de aberturas de: 4mm, 9,51mm, 11,2mm e 22,6mm. O material que passou através da peneira 4mm foi descartado e o material retido nas peneiras (nibs, nibs aderidos às cascas, cascas e amêndoas) passou pelo processo de separação manual, para retiradas das cascas, e os nibs aderidos às cascas separados destas com auxílio de faca. Foram considerados os nibs com tamanhos de 4mm a 10mm (Figura 3).

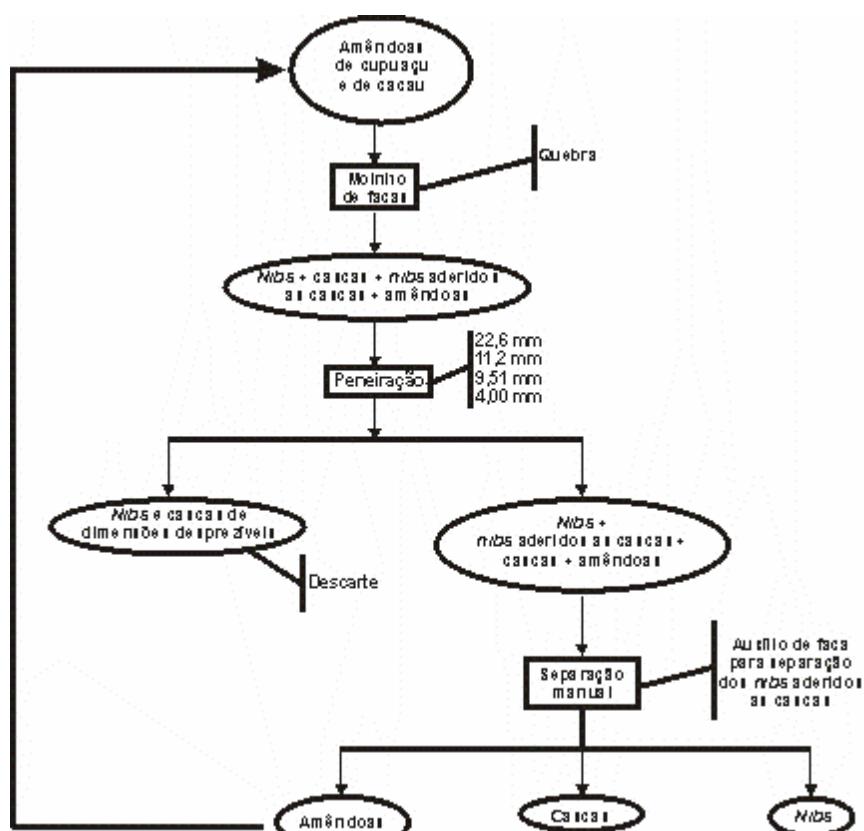


FIGURA 3. Fluxograma do processo de obtenção dos nibs de cupuaçu e de cacau.

2.2.5 Processo de obtenção do líquor de cupuaçu e de cacau

Na Figura 4 representa-se o fluxograma de obtenção das amostras de líquor de cupuaçu e de cacau.

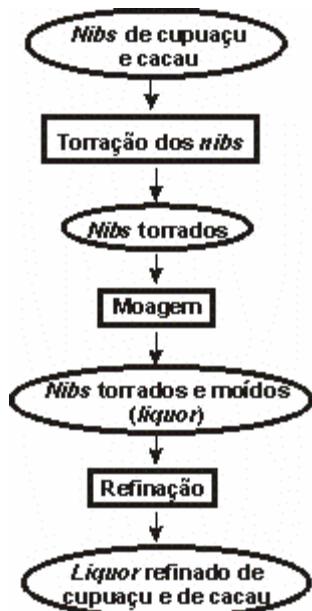


FIGURA 4. Fluxograma do processo de obtenção do líquor de cupuaçu e de cacau.

- Torração dos nibs de cupuaçu e de cacau

A torração foi efetuada em torrador elétrico rotativo, em lotes de 180g de nibs, à temperatura de 150°C por 40 minutos. Durante a torração dos nibs, a temperatura interna do tambor do torrador foi medida com termopar a cada minuto, nos 5 primeiros minutos e depois a cada 5 minutos até completar 40 minutos de torração.

- Moagem

Os nibs torrados de cupuaçu e de cacau passaram por processo de moagem, utilizando multiprocessador para a obtenção das amostras de líquor de cupuaçu (LCU) e de cacau (LCA), respectivamente.

- Refino

O refino das amostras de líquor de cupuaçu e de cacau foi realizado em moinho PILON, composto de três cilindros horizontais de aço inoxidável, encamisados e resfriados com fluido refrigerante (água e álcool). Para cada lote, o processo foi conduzido 4 vezes, reduzindo-se a cada passagem à distância entre os cilindros.

2.2.6 Caracterização física, química e físico-química das amostras de líquor de cupuaçu e de cacau

- Teor de umidade - método 31.1.02, da AOAC (1997).
- Teor de gordura - método 31.4.02, da AOAC (1997).
- Teor de proteínas - método 31.1.08, da AOAC (1997).
- Teor de fibras totais - método Acid Detergent Fibre (ADF), segundo GOERING; VANSOEST (1970).
- Teor de cinzas - método 31.1.04, da AOAC (1997).
- Teor de carboidratos totais - calculado por diferença.
- Valor calórico total - calculado segundo KALIL (1975); PASSMORE et al. (1975); USDA (1963).
- pH - método 31.1.07, da AOAC (1997).
- Acidez total titulável - método 11.14.3, da AOAC (1997).
- Cor - Determinada em Espectrofotômetro HUNTERLAB/COLORQUEST II. A leitura foi realizada com o aparelho ajustado em reflectância, com espelcular incluída, utilizando-se o padrão de calibração branco (nº C6299 de 03/96) e preto (nº C6299G de 03/96). A configuração incluiu iluminante D65 e ângulo 10°. As leituras foram realizadas em sistema CIELAB (L^* , a^* e b^*) à temperatura de 22°C.
- Distribuição do tamanho das partículas – as amostras de líquor de cupuaçu e de cacau foram desengorduradas com solvente orgânico (éter de petróleo) e secas para, posteriormente, fazer a medição da distribuição do tamanho das partículas, que foi realizado em fotossedimentômetro LUMOSED. Os resultados foram obtidos com o auxílio do software GRANUTEST. Utilizou-se como fluido sedimentador a acetona PA.

2.2.7 Processo de obtenção e análises físicas e químicas da gordura de cupuaçu e da manteiga de cacau

- Extração - para a extração da gordura de cupuaçu e da manteiga de cacau, utilizou-se prensa hidráulica com capacidade para 60kgf/cm². As amostras de líquor de cupuaçu e de cacau foram aquecidas em microondas até a temperatura de 80°C, acondicionadas em sacos de lona e colocadas dentro do cilindro da prensa. O tempo total de extração foi de 40 minutos, sendo que nos primeiros 5 minutos utilizou-se pressão de 10kgf/cm², em seguida aumentou-se para 20kgf/cm² por mais 5 minutos, 30kgf/cm² por mais 5 minutos e, finalmente, 40kgf/cm² no tempo restante (25 minutos). Tal procedimento foi necessário para que os sacos de lona não sofressem ruptura. Após a extração das gorduras, estas foram filtradas para a retirada de possíveis partículas sólidas provenientes das amostras de líquor.
- Composição de ácidos graxos - realizada por cromatografia gasosa de ésteres metílicos, segundo HARTMAN; LAGO (1973), seguindo o método oficial da AOCS Ce 1-62 (1993).
- Composição de triacilgliceróis - realizada em cromatografia líquida de alta eficiência (HPLC) em sistema de fase reversa com detector de índice de refração pelo método AOCS Ce 5b-89 (1993).

3. RESULTADOS E DISCUSSÃO

3.1 Perfil de temperatura durante o processo fermentativo

O processo fermentativo inicia-se na polpa mucilaginosa que envolve as sementes, que é rica em açúcares e apresenta baixo pH, propiciando o desenvolvimento de microrganismos. Com as atividades dos microrganismos, ocorre a remoção da mucilagem das sementes, morte do embrião e reações bioquímicas no interior dos cotilédones provocando, entre outros fenômenos, o desenvolvimento dos precursores do sabor de chocolate, principalmente os aminoácidos e os açúcares redutores. Para o cupuaçu, especificamente, o resíduo de polpa que fica aderido à semente após o despolpamento, desde que não haja adição de água, é suficiente para dar início ao processo fermentativo.

Na Figura 5, apresenta-se o perfil de temperatura durante o processo fermentativo das sementes de cupuaçu (FCU) e de cacau (FCA).

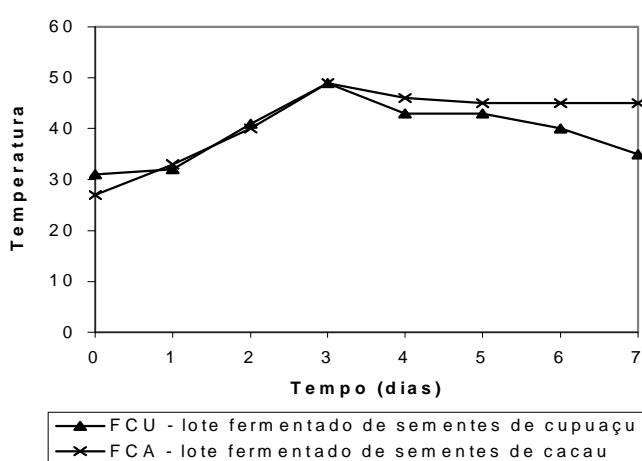


FIGURA 5. Perfil de temperatura durante o processo fermentativo das sementes de cupuaçu e de cacau.

No lote fermentado de sementes de cupuaçu (FCU), a temperatura inicial do processo foi de 31°C, alcançando 41°C no 2º dia. Seu máximo foi no 3º dia com temperatura de 49°C, decrescendo até o término da fermentação, possivelmente devido às atividades metabólicas dos microrganismos, atingindo 35°C no último dia.

Segundo DIAS (1987), o aumento de temperatura da massa durante a fermentação é atribuído à atividade metabólica dos microrganismos. Durante o 1º dia predominam certas espécies de leveduras que exigem pouco oxigênio, e a temperatura não é tão elevada. Com o consumo de ácido cítrico pelas leveduras, o valor do pH da polpa aumenta gradativamente, tornando o meio mais favorável para as bactérias produtoras de ácido láctico. Quando o pH da polpa atinge valores acima de 4,0 começam a predominar as bactérias produtoras de ácido acético, alcançando temperaturas mais elevadas, em torno de 45°C a 50°C.

Para uma boa fermentação comercial de cacau, a temperatura da massa de semente deve atingir de 45°C a 48°C, em aproximadamente 3 dias, devendo ser mantidos tais valores até o término do processo (QUESNEL; LOPEZ, 1975). Segundo VASCONCELOS (1999), com as sementes de cupuaçu ocorre o mesmo, pois ao fermentá-las em caixa T-60, obteve em 3 dias temperatura da massa de 48°C, sendo esta a temperatura máxima alcançada durante os 7 dias da fermentação, baixando para 43°C e 45°C em dias posteriores e mantendo-se, assim, até o término do processo. Suas análises físico-químicas e sensoriais indicaram que o produto estava bem fermentado.

O lote fermentado de sementes de cacau (FCA) apresentou comportamento semelhante ao lote FCU, diferindo a partir do 5º dia, pois manteve sua temperatura em torno dos 45°C até o término do processo. A temperatura inicial deste lote foi de 27°C, alcançando no 3º dia 49°C, a maior obtida durante todo o processo fermentativo.

3.2 Classificação das amêndoas de cupuaçu e de cacau

Na Tabela 1, são apresentados os resultados da prova de corte realizada nas amêndoas de cupuaçu e de cacau.

TABELA 1. Classificação das amêndoas de cupuaçu e de cacau.

Amostra	Prova de corte			
	BF (%)	PF (%)	MF (%)	Defeitos (%)
FCU	41,6 ± 5,2	35,6 ± 6,5	21,5 ± 3,0	1,3 ± 1,2
FCA	44,3 ± 6,0	30,3 ± 4,0	23,3 ± 1,1	2,0 ± 1,7

Média de três medições.

± Desvio-padrão

FCU – lote fermentado de sementes de cupuaçu.

FCA – lote fermentado de sementes de cacau.

BF – bem fermentadas / PF – parcialmente fermentadas / MF – mal fermentadas.

De acordo com a Resolução Nº 42 do Conselho Nacional de Comércio Exterior - CONEX (1968), uma amêndoa de cacau bem fermentada apresenta cotilédones de coloração marrom. Quando há mistura de coloração marrom com violeta, roxo ou púrpura, a amêndoa é classificada como parcialmente fermentada. Caso esta apresente coloração de violeta a púrpura, em grande parte de sua extensão, é considerada como mal fermentada.

Particularmente, com relação à amêndoa de cupuaçu, esta apresenta coloração marrom-clara quando mal fermentada e marrom-avermelhada quando bem fermentada (CUNHA et al., 1997). De fato, o que diferencia uma amêndoa bem fermentada da mal fermentada, além da coloração, é a quantidade de sulcos presentes em seus cotilédones. Logo, quanto mais sulcos, melhor fermentada estará a amêndoa.

Segundo MATTIETTO (2001), a diferença de coloração dos cotilédones de cupuaçu e de cacau se deve à diferença na composição de compostos fenólicos e pigmentos entre os frutos.

Para que as amêndoas de cacau apresentem classificação do Tipo I (superior), a soma dos defeitos não deve ultrapassar a tolerância de 6%, sendo 2% para cada defeito isoladamente. Portanto, pela Tabela 1, verifica-se que as sementes fermentadas e secas de cacau foram classificadas como Tipo I. Seguindo a mesma orientação para o cupuaçu, suas sementes fermentadas e secas também foram classificadas como Tipo I.

Ambos os lotes de sementes fermentadas e secas (FCU e FCA) apresentaram aspecto externo bom e aroma típico livre de odores estranhos que podem ser incorporados na etapa de secagem.

3.3 Rendimento dos nibs de cupuaçu e de cacau

Na Tabela 2, estão apresentados os rendimentos obtidos de nibs de cupuaçu e de cacau.

TABELA 2. Rendimento de nibs de cupuaçu e de cacau.

*Amostra	NCU	NCA
**Rendimento (%)	52,5	45,2

*Nibs com tamanhos de 4mm a 10mm.

**Rendimento calculado como a percentagem de nibs em relação ao peso total das amêndoas.

NCU – nibs de cupuaçu provenientes do lote FCU de sementes fermentadas e secas de cupuaçu.

NCA – nibs de cacau provenientes do lote FCA de sementes fermentadas e secas de cacau.

A relação peso de cotilédone por peso de casca é cerca de 5% maior para o cupuaçu quando comparada com o cacau. Ao se utilizar o processo de descascamento mecânico complementado por processo manual, foi possível obter maior rendimento de nibs de cupuaçu do que de cacau (Tabela 2). Resultados diferentes poderão ser obtidos quando se utiliza o processo mecânico tradicional usado para o cacau.

LOPES (2000) utilizou em seu processo de obtenção de nibs de cupuaçu e de cacau coluna de ar de separação de casca, e obteve rendimento de nibs de cacau (49,88%) superior ao de cupuaçu (34,72%).

A diferença de rendimento se dá devido o cupuaçu apresentar casca mais dura e pesada e cotilédones mais frágeis que os de cacau. Logo, ao se utilizar coluna de ar de separação de casca para o cupuaçu, seus nibs são arrastados pela coluna, ocasionando queda em seu rendimento, enquanto suas cascas, por serem pesadas, não são completamente arrastadas como ocorre com as do cacau.

3.4 Torração dos nibs de cupuaçu e de cacau

3.4.1 Rendimento da torração dos nibs de cupuaçu e de cacau

A torração é um tratamento térmico fundamental na obtenção das características de qualidade do chocolate, pois ocorrem reações químicas que fazem com que os precursores do sabor de chocolate (aminoácidos livres e açúcares redutores), desenvolvidos durante a fermentação, sejam convertidos a sabor. Segundo QUEIROZ (1999), durante a torração ocorre: desenvolvimento do aroma e da cor típica de chocolate, principalmente pela reação de Maillard; redução dos teores de ácidos voláteis, principalmente o ácido acético; inativação das enzimas capazes de degradar a manteiga de cacau; redução do teor de umidade das amêndoas, de 8% para 2%, aproximadamente, e mudança da textura dos cotilédones (mais quebradiça).

Os métodos mais comuns de torração são aqueles realizados nas amêndoas inteiras e nos nibs (fragmentos do cotilédone), tendo também a possibilidade de se torrar o líquor.

Neste trabalho, optou-se por realizar o processo de torração nos nibs, pois a torração das amêndoas traz como desvantagens o alto consumo de energia; má condução de calor através dos cotilédones, considerando ainda que a casca atua como isolante; migração da manteiga de cacau devido à diferença de tamanho e pouca remoção de voláteis indesejáveis. Segundo MOHR (1978), a diferença de temperatura entre o centro e a superfície da amêndoas durante a torração das amêndoas inteiras pode chegar a 12°C. Para HUFFMAN (1992), na torração dos nibs, devido estes apresentarem tamanho mais uniforme, a transferência de calor é mais eficiente, tornando o produto mais homogêneo e com menor perda de gordura por migração.

Na Tabela 3, encontram-se os rendimentos obtidos da torração dos nibs de cupuaçu e de cacau.

TABELA 3. Rendimento da torração dos nibs de cupuaçu e de cacau.

Amostra	TCU	TCA
*Rendimento (%)	79,0	88,5

*Rendimento calculado como a percentagem de nibs torrados em relação ao peso total dos nibs não torrados.

TCU – nibs torrados de cupuaçu provenientes do lote FCU de sementes fermentadas e secas de cupuaçu.

TCA – nibs torrados de cacau provenientes do lote FCA de sementes fermentadas e secas de cacau.

Observa-se, pela Tabela 3, que o rendimento da torração dos nibs de cacau foi superior aos dos nibs de cupuaçu. Isso se explica pelo fato de que durante a torração ocorre mudança na textura do cotilédone, deixando-o mais quebradiço. Como os nibs (fragmentos do cotilédone) de cupuaçu são mais frágeis que os de cacau, ocorreu sua intensa

fragmentação devido a essa mudança na estrutura, em adição ao movimento rotativo do tambor do torrador, ocasionando sua perda. Aliado a isso, possivelmente, a condição de torração para os nibs de cupuaçu pode ter sido excessiva.

3.4.2 Perfil de temperatura durante a torração dos nibs de cupuaçu e de cacau

Na Figura 6, está representado o perfil de temperatura da torração dos nibs de cupuaçu e de cacau medidos no interior do torrador. Os dados de temperatura são valores médios de três torrações.

Os nibs de cupuaçu e de cacau foram colocados na câmara do torrador à temperatura de 150°C, durante 40 minutos. Observa-se, pela Figura 6, que ao colocá-los ocorreu uma queda de temperatura já prevista devido à troca térmica entre o material e o torrador, chegando a 77,7°C e 90,3°C, respectivamente, estabilizando-se após 5min a 10min.

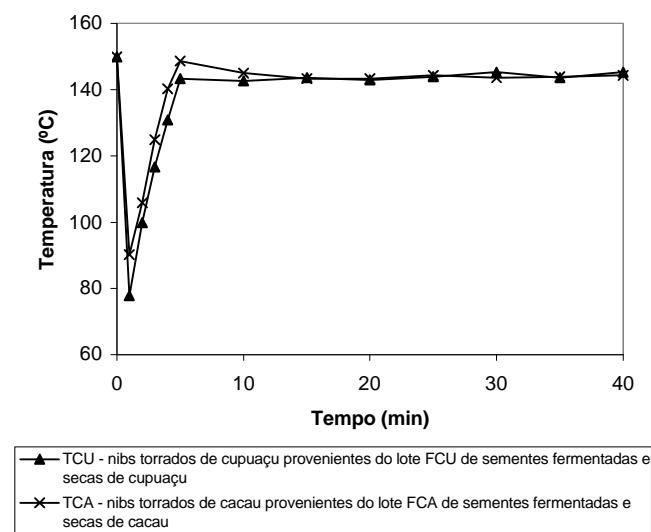


FIGURA 6. Perfil de temperatura durante a torração dos nibs de cupuaçu e de cacau.

3.5 Rendimento da moagem dos nibs torrados de cupuaçu e de cacau

É na moagem que se obtém o liquor. As paredes das células são rompidas durante o processo e o calor de fricção liquefaz a gordura formando o liquor. Como se pode observar na Tabela 4, a moagem dos nibs torrados de cupuaçu e de cacau apresentou ótimos rendimentos.

3.6 Rendimento do refino das amostras de liquor de cupuaçu e de cacau

A etapa de refino, que é conduzida logo após a moagem, tem como objetivo obter liquor com distribuição granulométrica mais apropriada para a produção de chocolate e de análogos de melhor qualidade. Na Tabela 5, encontram-se os rendimentos do refino do liquor de cupuaçu e de cacau e seus tamanhos de partículas.

TABELA 4. Rendimento da moagem dos nibs torrados de cupuaçu e de cacau.

Amostra	LCU	LCA
*Rendimento (%)	99,5	99,5

*Rendimento calculado como a percentagem de nibs torrados e moídos em relação ao peso total dos nibs torrados.

LCU – liquor de cupuaçu provenientes do lote FCU de sementes fermentadas e secas de cupuaçu.

LCA – liquor de cacau provenientes do lote FCA de sementes fermentadas e secas de cacau.

TABELA 5. Rendimento do refino das amostras de liquor de cupuaçu e de cacau.

Amostra	LCU	LCA
*Rendimento (%)	97,49	96,07
Diâmetro das partículas (μm)	40,7	40,0
Valor cumulativo (90%)		

*Rendimento calculado como a percentagem de liquor em relação ao peso total dos nibs torrados e moídos.

LCU – liquor de cupuaçu proveniente do lote FCU de sementes fermentadas e secas de cupuaçu.

LCA – liquor de cacau proveniente do lote FCA de sementes fermentadas e secas de cacau.

O processo de refino apresentou ótimos rendimentos (Tabela 5). Ao passar as amostras de cupuaçu e de cacau nos cilindros do moinho, o produto saiu na forma de um filme que foi raspado, formando flocos finos. O liquor de cupuaçu apresentou aroma e aparência bastante característicos e semelhantes ao liquor de cacau. O diâmetro das partículas de ambas as amostras ficou na faixa de 40 μm .

3.7 Resultados obtidos das análises físicas, químicas e físico-químicas das amostras de liquor de cupuaçu e de cacau

3.7.1 Composição físico-química das amostras de liquor de cupuaçu e de cacau

Na Tabela 6, estão apresentadas as composições físico-químicas das amostras de liquor de cupuaçu e de cacau.

Pelos resultados apresentados na Tabela 6, observa-se que o liquor de cupuaçu difere do liquor de cacau ao nível de 5% de significância em suas propriedades físico-químicas.

LCU apresentou teor de gordura (65,77%) significativamente superior ao de LCA (54,20%), consequentemente, o seu valor calórico também foi maior. No entanto, LCA obteve maior teor de proteínas (12,27%) e de carboidratos (24,23%) em relação a LCU (9,27% e 15,54%, respectivamente).

TABELA 6. Composição físico-química das amostras de liquor de cupuaçu em base seca.

	Amostra	
	LCU	LCA
Umidade (%)	0,80 ± 0,06 ^b	1,67 ± 0,11 ^a
Proteínas (%)	9,27 ± 0,04 ^b	12,27 ± 0,07 ^a
Gordura (%)	65,77 ± 0,12 ^a	54,20 ± 0,81 ^b
Fibras (%)	7,14 ± 0,16 ^a	6,68 ± 0,27 ^b
Cinzas (%)	2,28 ± 0,02 ^a	2,13 ± 0,03 ^b
Carboidratos e outros compostos (%)	15,54 ± 0,03 ^b	24,23 ± 0,60 ^a
Valor calórico (kcal/100g)	691,17 ± 1,16 ^a	635,73 ± 5,10 ^b

Os valores de uma mesma linha, com a mesma letra, não diferem significativamente entre si (Teste de Tukey a 5 % de significância).

Média de três medições

± Desvio-padrão

LCU – liquor de cupuaçu proveniente do lote FCU de sementes fermentadas e secas de cupuaçu.

LCA – liquor de cacau proveniente do lote FCA de sementes fermentadas e secas de cacau.

O alto teor de gordura encontrado na amostra de liquor de cupuaçu é de grande interesse comercial. Atualmente, uma pequena fração desta gordura começa a ter aplicação na indústria de cosméticos. Porém, uma aplicação mais nobre e, promissora, está na utilização em alimentos.

Embora o teor de proteínas do liquor de cupuaçu tenha sido menor que do liquor de cacau, estudos realizados por LOPES (2000) demonstraram que as proteínas presentes no cacau apresentaram menor valor biológico (NPR de 2,03) que as do cupuaçu (NPR de 3,00). Segundo o referido autor, a proteína do cupuaçu possui composição aminoacídica que supera a composição do cacau no que diz respeito aos aminoácidos leucina, isoleucina e tirosina, que são limitantes no cacau. O maior valor nutritivo das proteínas do cupuaçu pode ser explicado pela não limitância desses aminoácidos, não podendo ser descartada a presença ou ausência de outras substâncias, ou até, de características físico-químicas peculiares nas proteínas do cupuaçu.

3.7.2 pH e Acidez total titulável

O liquor de cupuaçu apresentou pH mais alto e acidez mais baixa que o liquor de cacau (Tabela 7).

VASCONCELOS (1999) obteve para os cotilédones das sementes fermentadas e secas de cupuaçu pH de 5,34, valor este considerado dentro da faixa ideal para o cacau fermentado e seco que, segundo ARAGÃO (1992), situa-se em torno de 5,0.

TABELA 7. pH e acidez total titulável das amostras de liquor de cupuaçu e de cacau.

Amostra	pH	Acidez total titulável
		(meq NaOH / 100 g)
LCU	5,57 ± 0,01 ^a	10,83 ± 1,09 ^b
LCA	4,99 ± 0,05 ^b	15,08 ± 1,43 ^a

Os valores de uma mesma coluna, com a mesma letra, não diferem significativamente entre si (Teste de Tukey a 5 % de significância).

Média de três medições.

± Desvio-padrão

LCU – liquor de cupuaçu proveniente do lote FCU de sementes fermentadas e secas de cupuaçu.

LCA – liquor de cacau proveniente do lote FCA de sementes fermentadas e secas de cacau.

De modo geral, um dos fatores negativos para o cacau de certas regiões é o excesso de acidez. De acordo com LOPEZ (1983), para a amêndoia de cacau, a faixa de acidez desejada pelas indústrias, situa-se entre 12 a 15 meq NaOH/100g. Portanto, o valor obtido neste trabalho para o liquor de cacau encontra-se dentro dessa faixa. Para o cupuaçu, não há uma faixa determinada. No entanto, em trabalho realizado por COHEN (2003), o autor utilizou liquor de cupuaçu com pH 5,67 e acidez total de 10,75 meq NaOH/100g destinado à elaboração de produto análogo de chocolate ao leite e obteve ótima aceitação sensorial.

De acordo com ZAMALLOA (1994), para a amêndoia de cacau, diversos fatores provocam variações em sua acidez, tais como: variedade, maturação do fruto, época de colheita, região de plantio e, principalmente, na condução do processo fermentativo. Para DIAS (1987), a diferença de acidez tem relação com a quantidade de polpa em torno da semente de cacau. Segundo BAREL (1985), uma forma de se obter a redução do teor de ácidos é a secagem parcial das sementes antes da fermentação, podendo ser realizado em secadores ou diretamente ao sol.

3.7.3 Análise de cor das amostras de liquor de cupuaçu e de cacau

A cor do cacau é um importante fator de qualidade para o chocolate, principalmente do cacau em pó, sendo normalmente o tom marrom-escuro o mais apreciado. Para a caracterização da cor das amostras de liquor de cupuaçu e de cacau, utilizou-se o sistema de cores CIELAB com seus três parâmetros: parâmetro L* e as coordenadas cromáticas a* e b*. O parâmetro L* está associado à luminosidade das amostras e pode variar de 0 a 100, os valores mais altos de L* (próximos de 100) caracterizam as amostras mais claras e os menores valores de L* (menores que 50) caracterizam amostras mais escuras. A coordenada cromática a* está associada à dimensão verde-vermelho; valores positivos de a* indicam amostras mais avermelhadas, valores negativos de a* indicam amostras mais verdes. A coordenada cromática b* está associada à dimensão azul-

amarelo; valores positivos de b* indicam amostras mais amareladas, valores negativos de b* indicam amostras mais azuladas.

Na Tabela 8, encontram-se os dados das medições da análise de cor das amostras de liquor de cupuaçu e de cacau.

TABELA 8. Valores obtidos do parâmetro L* e das coordenadas cromáticas a* e b* da análise de cor das amostras de liquor de cupuaçu e de cacau.

Amostra	L*	a*	b*
LCU	42,28 ± 0,29 ^b	7,40 ± 0,20 ^a	8,84 ± 0,19 ^a
LCA	44,67 ± 0,37 ^a	4,85 ± 0,28 ^b	7,10 ± 0,35 ^b

Os valores de uma mesma coluna, com a mesma letra, não diferem significativamente entre si (Teste de Tukey a 5 % de significância).

Média de quatro medições.

LCU – liquor de cupuaçu proveniente do lote FCU de sementes fermentadas e secas de cupuaçu.

LCA – liquor de cacau proveniente do lote FCA de sementes fermentadas e secas de cacau.

Alguns fatores podem afetar a coloração do liquor, como os processos de fermentação, secagem e torração. Pelo teste de Tukey ($p \leq 0,05$), observa-se que o liquor de cupuaçu diferiu significativamente do liquor de cacau quanto ao parâmetro L* e as coordenadas cromáticas a* e b* da análise de cor. O valor do parâmetro L* de LCU foi inferior ao de LCA, porém com intensidade de vermelho (coordenada a*) e amarelo (coordenada b*) superiores (Tabela 8).

3.7.4 Composição química da gordura de cupuaçu e da manteiga de cacau

Nas Tabelas 9 e 10, podem ser verificadas as composições de ácidos graxos e de triacilgliceróis de gordura de cupuaçu e de manteiga de cacau, respectivamente.

Como mostrado na Tabela 9 há diferença significativa entre a composição de ácidos graxos da gordura de cupuaçu e da manteiga de cacau, observando-se as maiores discrepâncias com relação aos ácidos palmítico e araquídico. Dentre os principais ácidos graxos presentes na gordura de cupuaçu, têm-se: ácidos palmítico (C16:0), esteárico (C18:0), oléico (C18:1), linoléico (C18:2) e araquídico (C20:0), totalizando cerca de 97,08%. Os principais ácidos graxos encontrados na composição da manteiga de cacau foram: ácidos palmítico (C16:0), esteárico (C18:0), oléico (C18:1) e linoléico (C18:2), ou seja, 98,37% do total de ácidos graxos. A gordura de cupuaçu apresentou maiores teores de ácidos graxos monoinsaturados (38,15% contra 25,39%) e poliinsaturados (2,63% contra 1,94%) quando comparados aos da manteiga de cacau, o que a caracteriza ser uma gordura mais macia.

TABELA 9. Composição percentual de ácidos graxos (AG) da gordura de cupuaçu e da manteiga de cacau.

Ácidos graxos	GCU	MCA
Ácido mirístico (C14:0)	0,23	0,13
Ácido palmítico (C16:0)	11,22	38,32
Ácido palmitolélico (C16:1)	0,32	0,72
Ácido esteárico (C18:0)	38,15	33,54
Ácido oléico (C18:1)	37,83	24,67
Ácido linoléico (C18:2)	2,44	1,84
Ácido araquídico (C20:0)	7,44	0,62
Ácido linolênico (C18:3)	0,19	0,10
Ácido behênico (C22:0)	0,74	0,05
Saturados (%)	57,78	72,66
Monoinsaturados (%)	38,15	25,39
Poliinsaturados (%)	2,63	1,94

GCU – gordura de cupuaçu extraída do liquor de cupuaçu LCU (proveniente do lote FCU de sementes fermentadas e secas de cupuaçu).

MCA – manteiga de cacau extraída do liquor de cacau LCA (proveniente do lote FCA de sementes fermentadas e secas de cacau).

TABELA 10. Composição de triacilgliceróis da gordura de cupuaçu e da manteiga de cacau.

Triacilgliceróis	GCU	MCA
PlIP	-	1,88
OOO	2,82	-
POO	4,65	2,30
PlIS	1,17	-
POP	1,16	19,65
SOO	17,41	2,44
POS	11,65	42,60
OOA	8,76	-
SOS	30,43	28,97
PSS	1,64	-
SOA	17,23	0,99
OAA	2,94	-
Outros	0,14	1,17
SUS	61,64	94,09
SUU	22,06	4,74
UUS	8,76	-
UUU	2,82	-

GCU – gordura de cupuaçu extraída do liquor de cupuaçu LCU (proveniente do lote FCU de sementes fermentadas e secas de cupuaçu).

MCA – manteiga de cacau extraída do liquor de cacau LCA (proveniente do lote FCA de sementes fermentadas e secas de cacau).

Segundo LUCCAS (2001), embora a gordura de cupuaçu apresente ponto de fusão (33,9°C) maior que o da manteiga de cacau (31,0°C), o seu alto teor de ácidos graxos monoinsaturados e, principalmente, o ácido oléico, torna a gordura mais macia.

Na Tabela 10, verifica-se que a composição de triacilgliceróis entre a gordura de cupuaçu e a manteiga diferem entre si. A gordura de cupuaçu apresentou teores de OOO, PLiS, OOA, PSS e OAA que não foram detectados na manteiga de cacau, cerca de 17,33% do total de triacilgliceróis. No cupuaçu não foi detectado PLiP. A maior quantidade de triacilgliceróis presente na manteiga de cacau foi de POP, POS e SOS, totalizando 91,22%, enquanto no cupuaçu estes triacilgliceróis contribuíram com cerca de 43,24%. Esses três componentes (POP, POS e SOS) são os responsáveis pelas características peculiares da manteiga de cacau. Desses, somente a percentagem de SOS entre as gorduras de cupuaçu e a manteiga de cacau foi aproximada.

Segundo LUCCAS (2001), os triacilgliceróis SOO, OOA e OOO da gordura de cupuaçu também podem ser os responsáveis pela sua maciez, enquanto os triacilgliceróis SOA e OAA podem explicar seu maior ponto de fusão comparado ao da manteiga de cacau.

A gordura de cupuaçu apresenta alto teor de triacilgliceróis simétricos, do tipo SUS (saturado, insaturado, saturado), cerca de 61,64% contra 94,09% da manteiga de cacau. De acordo com LUCCAS (2001), esse alto teor de triacilgliceróis simétricos, pode indicar que a gordura de cupuaçu possui características de cristalização e polimorfismo próximos aos da manteiga de cacau. O polimorfismo resulta dos diferentes modos possíveis de empacotamento molecular do cristal. A forma polimórfica está normalmente relacionada à composição triglycerídica da gordura, o que irá influenciar na aparência ou textura da gordura e exercer influência durante o processamento.

Em estudos realizados por LUCCAS (2001), o autor concluiu que embora apresente algumas semelhanças com a manteiga de cacau, de acordo com a EU (União Europeia), a gordura de cupuaçu não pode ser considerada como gordura equivalente à manteiga de cacau, ou CBE, pois não satisfaz a dois critérios analíticos estabelecidos: possui menos que 65% de triacilgliceróis do tipo SOS (saturado, ácido oléico, saturado) e apresenta mais que 45% de ácidos graxos insaturados. O autor detectou em gordura de cupuaçu cerca de 29,13% de SOS e 45,7% de ácidos graxos insaturados. No entanto, a gordura de cupuaçu pode ser utilizada com sucesso na fabricação de chocolates amargo, ao leite e branco, contribuindo com até 5% com base no peso total da formulação, sem alterar as características físicas e sensoriais do produto.

A substituição total da manteiga de cacau por gordura de cupuaçu na formulação do chocolate, assim como a de líquor de cacau por líquor de cupuaçu, proporciona produto de maior maciez, devido à composição química da gordura de cupuaçu. Tal fato foi comprovado por COHEN (2003), onde ao elaborar um produto análogo de chocolate ao leite com 100% de substituição de líquor e gordura de cupuaçu, obteve força de ruptura de 1,78kgf contra 4,40kgf do chocolate. Essa maciez foi bastante apreciada por consumidores no teste de aceitação.

GILBERT-ESCRIVÁ (2002), ao estudar a aplicação de gordura zero-trans pura e desodorizada de cupuaçu em panificação, concluiu que tanto a gordura de cupuaçu pura como a desodorizada pode ser usada em substituição à gordura hidrogenada na elaboração de bolos. O autor verificou que a gordura de cupuaçu tem uma vantagem sobre a gordura hidrogenada, pelo fato de se tratar de gordura natural com zero-trans, qualidade muito procurada atualmente pelos fabricantes de gorduras especiais. Além disso, o volume específico dos bolos experimentais, elaborados com gordura de cupuaçu, não foi diferente do bolo padrão, indicando que esta gordura foi capaz de ajudar o glúten na sustentação da estrutura do bolo, propriedade fundamental requerida para uma gordura de panificação. O mesmo autor utilizou a gordura zero-trans e desodorizada de cupuaçu e o líquor de cupuaçu como ingredientes para sorvetes, concluindo que a gordura de cupuaçu, em geral, pode ser considerada como um bom ingrediente na fabricação de sorvetes, com a vantagem de não conter isômeros trans. O sorvete de líquor de cupuaçu foi muito bem aceito em análise sensorial para consumidor.

4. CONCLUSÕES

- A metodologia utilizada neste trabalho para o processo fermentativo das sementes de cupuaçu e de cacau é adequada, apresentando suas amêndoas classificação do Tipo I (superior).
- O método desenvolvido neste trabalho para a obtenção de nibs (fragmentos do cotilédone) é mais eficiente para os nibs de cupuaçu, pelo seu maior rendimento (52,54%), que para os nibs de cacau (45,24%).
- Conforme as condições de torração empregadas para os nibs de cupuaçu e de cacau, o perfil de temperatura do processo apresenta comportamento semelhante para ambas as matérias-primas.
- Os processos de moagem e de refino empregados para a obtenção das amostras de líquor de cupuaçu e de cacau proporcionam ótimos rendimentos (acima de 96%), mostrando o líquor de cupuaçu aroma e aparência bastante característico e semelhante ao líquor de cacau.
- O líquor de cupuaçu apresenta teor de gordura em torno de 18% superior ao líquor de cacau. No entanto, sua percentagem de proteínas é cerca de 24% inferior. Com relação aos carboidratos e outros componentes, o líquor de cupuaçu possui em torno de 35% a menos que o líquor de cacau.
- O líquor de cupuaçu apresenta valor de pH (5,57) mais alto e acidez total titulável (10,83 meq NaOH / 100 g) mais baixa que o líquor de cacau (4,99 e 15,08 meq NaOH/100g, respectivamente).
- O sistema CIELAB revela que o parâmetro L* da análise de cor do líquor de cupuaçu apresenta-se cerca de 5% inferior ao líquor de cacau. Entretanto, a maior diferença se encontra na intensidade de vermelho e amarelo, ou seja, nas coordenadas cromáticas a* e b*, respectivamente, apresentando o líquor de cupuaçu valor da coordenada a* em torno de 34% e da coordenada b* cerca de 20% superiores as do líquor de cacau.

REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- AOAC. Official methods of analysis of the Association of Official Analytical Chemists: edited Ig W. Horwitz 16^a ed. Washington, 850p. v.2. 1997.
- AOCS. Official Methods and recommended practices of the American Oils Chemist Society. 3 ed. Champaign. v.1-2. 1993.
- ARAGÃO, C.G. **Mudanças físicas e químicas da semente do cupuaçu (*Theobroma grandiflorum Schum.*) durante o processo fermentativo.** Tese (Mestrado) - Fundação Universidade do Amazonas, 1992, 115p.
- BAREL, M.; LEON, D.; VINCENT, J.C. Influence du temps de fermentation du cacao sur la production d'êtres pyrazines du chocolat. **Café, Cacao, Thé**, v.29, p.277-286, 1985.
- COHEN, K.C. **Estudo do processo de temperagem do chocolate ao leite e de produtos análogos elaborados com líquor e gordura de cupuaçu.** Tese (Doutorado em Tecnologia de Alimentos) - Faculdade de Engenharia de Alimentos, UNICAMP, 2003, 296p.
- CONEX, Conselho Nacional do Comércio Exterior. Resolução nº 42. Rio de Janeiro. 9p. 1968. Brasil.
- CUNHA, C.R.; JACKIX, M.N.H.; CORTELAZZO, A.; VASCONCELOS, M.A.M. Alterações na microestrutura das amêndoas durante a fermentação de sementes de cupuaçu (*Theobroma grandiflorum*). In: II Simpósio Latino Americano de Ciência de Alimentos, Campinas, São Paulo, 1997.
- DIAS, J. C. **Permeabilidade da casca da semente de cacau ao ácido acético: evolução na fermentação e efeito da adição de celulases, antes da secagem, na acidez do produto final.** Tese (Mestrado) – Escola Superior de Lavras, ESAL, 1987, 70p.
- FANG, T.N.; TIU, C.; WU, X.; DONG, S. Rheological behaviour of cocoa dispersions. **Journal of Texture Studies**. v.26, p.203-215, 1995.
- GILABERT-ESCRIVÁ, M.V. **Caracterização e seleção de gorduras do gênero *Theobroma* para aplicação tecnológica.** Tese (Doutorado em Tecnologia de Alimentos) - Faculdade de Engenharia de Alimentos, UNICAMP, 2002, 165p.
- GOERING, H. K.; VAN SOEST, P. J. **Forage fibre analysis.** Agri-handbook: Agriculture Research Service, U. S. Dept. Agriculture, 1970, 375p.
- GRIMALDI, J. Les possibilités D'amélioration des techniques D'écabossage et de fermentation dans le processus artisanal de la préparation du cacao. **Café, Cacao, Thé**, v.22, p.306-316, 1978.
- HARTMAN, L.; LAGO, R. Rapid preparation of fatty acid methyl esters from lipids. **Lab. Pract. London**, v.8, n.22, p.475-476, 1973.
- HUFFMAN, P. Chocolate Flavor: Practical Guide for the User. **The Manufacturing Confectioner**, v.4, n.72, p.65-67, 1992.
- KALIL, A. C. **Manual Básico de Nutrição.** São Paulo: Instituto de Saúde, 1975.
- LOPES, A.S. **Estudo químico e nutricional das amêndoas de cacau (*Theobroma cacao L.*) e cupuaçu (*Theobroma grandiflorum Schum.*) em função do processamento.** Tese (Mestrado em Tecnologia de Alimentos), Faculdade de Engenharia de Alimentos, UNICAMP, 2000, 112p.
- LOPEZ, A.S.F. Factors associated with cocoa bean acidity and the possibility of its reduction. **Revista Theobroma (Brasil)**, v.13, n.3, p.233-248, 1983.
- LUCCAS, V. **Fracionamento térmico e obtenção de gorduras de cupuaçu alternativas à manteiga de cacau para uso na fabricação de chocolate.** Tese (Doutorado em Engenharia Química). Faculdade de Engenharia Química, UNICAMP, 2001, 195p.
- MATTIETTO, R.A. **Estudo comparativo das transformações estruturais e físico-químicas durante o processo fermentativo de amêndoas de cacau (*Theobroma cacao L.*) e cupuaçu (*Theobroma grandiflorum Schum.*)**. Tese (Mestrado em Tecnologia de Alimentos) - Faculdade de Engenharia de Alimentos, UNICAMP, 2001, 164p.
- MOHR, W.; MEILI, M. **Études des Correlations entre le Comportement Technologique des Substances Aromatiques et Leurs Propriétés Physico-chimiques.** Compiègne 1978. Thèse (Docteur) – Université de Technologie de Compiègne.
- PASSMORE, R.; NICOL, B. M.; RAO, M. N. **Manual sobre Necesidades Nutricionales del Hombre.** Ginebre: OMS, 1975.
- QUEIROZ, M.B. **Avaliação do Estudo da Torração de Amêndoas de Cupuaçu (*Theobroma grandiflorum*).** Tese (Mestrado em Tecnologia de Alimentos) - Faculdade de Engenharia de Alimentos, UNICAMP, 1999. 109p.
- QUESNEL, V.C.; LOPEZ, A. A sweat-box for fermentation small samples of cacao. **Tropical Agriculture, Trinidad**, v.4, n.52, p.309-316, 1975.
- UNITED STATES DEPARTMENT OF AGRICULTURE. Composition of Foods. Washington: USDA, 1963.
- VASCONCELOS, M.A.M. **Transformações físicas e químicas durante a fermentação de amêndoas do cupuaçu (*Theobroma grandiflorum Schum.*)**. Tese (Mestrado em Tecnologia de Alimentos) - Faculdade de Engenharia de Alimentos, UNICAMP, 1999, 114p.
- ZAMALLOA, C.W.A. **Caracterização físico-química e avaliação de metil pirazinas no desenvolvimento do sabor, em dez cultivares de cacau (*Theobroma cacao L.*) produzidos no Estado de São Paulo.** Tese (Doutorado em Tecnologia de Alimentos) - Faculdade de Engenharia de Alimentos, UNICAMP, 1994, 121p.