

# VARIAÇÃO FÍSICO-QUÍMICA EM AMÊNDOAS DE CACAU NATIVO (*THEOBROMA CACAO L.*) DURANTE A FERMENTAÇÃO EM COCHO E PANEIRO NA ILHA DE SANTANINHA, MOCAJUBA-PA

## PHYSICAL-CHEMICAL VARIATION IN NATIVE COCOA BEANS (*THEOBROMA CACAO L.*) DURING FERMENTATION IN WOODEN BOXES AND BASKETS ON SANTANINHA ISLAND, MOCAJUBA-PA

Emilly Bastos dos Santos<sup>1</sup>  
José Francisco Berredo Reis da Silva<sup>2</sup>  
Maria José Souza Trindade<sup>3</sup>  
Nelson Rosa Ferreira<sup>4</sup>  
Gilson Celso Albuquerque Chagas Junior<sup>5</sup>  
Oender da Silva Marques<sup>6</sup>  
Maria do Perpétuo Socorro Progênie Vilhena<sup>7</sup>

Área Temática: Engenharia de Alimentos, Tecnologias Agroalimentares e Sistemas agroindustriais  
Modalidade: Artigo Científico

### Resumo

Este estudo avaliou a variação físico-química de amêndoas de cacau (*Theobroma cacao L.*) durante o processo de fermentação em dois métodos tradicionais usados por comunidades ribeirinhas da Amazônia: cocho (caixa de madeira) e paneiro (cesto de palha). Foram analisados os parâmetros de pH, acidez total titulável (ATT) e teor de cinzas ao longo de cinco dias de fermentação. Os resultados mostraram que o cocho proporcionou uma fermentação mais eficiente, com maior acidificação, menor teor de cinzas e maior atividade microbiana, favorecendo a formação de compostos desejáveis para o sabor do chocolate. Em contrapartida, o paneiro apresentou pH final mais elevado e maior teor de cinzas, sugerindo uma fermentação menos eficaz. O estudo destaca a importância de monitorar variáveis físico-químicas para

<sup>1</sup> Universidade Federal Rural da Amazônia; emillybastos78@gmail.com

<sup>2</sup> Museu Paraense Emílio Goeldi; berredo@museu-goeldi.br

<sup>3</sup> Universidade Federal Rural da Amazônia; trindademjs@yahoo.com.br

<sup>4</sup> Programa de Pós-Graduação em Ciência e Tecnologia de Alimentos; Universidade Federal Rural da Amazônia; e-mail: Nelson.ufpa@gmail.com

<sup>5</sup> Programa de Pós-Graduação em Ciência e Tecnologia de Alimentos; Universidade Federal Rural da Amazônia; e-mail: gilsonjr@ufpa.br

<sup>6</sup> Universidade Federal Rural da Amazônia; e-mail: oendermarques4@gmail.com

<sup>7</sup> Centro de Tecnologia Agropecuária-CTA; Universidade Federal Rural da Amazônia; e-mail: sprogene@ufra.edu.br

qualificar a produção artesanal e valorizar saberes locais na cadeia produtiva do cacau amazônico.

Palavras-chave: Cacau, fermentação tradicional, pH, acidez titulável, cinzas, Amazônia.

## Abstract

This study evaluated the physicochemical variation of cocoa beans (*Theobroma cacao L.*) during the fermentation process using two traditional methods employed by Amazonian riverside communities: wooden boxes (cocho) and woven baskets (paneiro). Parameters such as pH, titratable acidity (TTA), and ash content were analyzed over five days of fermentation. Results showed that fermentation in wooden boxes was more effective, with greater acidification, lower ash content, and higher microbial activity, promoting the formation of desirable flavor compounds in chocolate. In contrast, fermentation in baskets resulted in higher final pH and ash levels, indicating a less efficient process. The study emphasizes the importance of monitoring physicochemical variables to enhance artisanal production and value local knowledge in the Amazonian cocoa production chain.

Keywords: Cocoa, traditional fermentation, pH, titratable acidity, ash, Amazon.

## 1. Introdução

O cacau (*Theobroma cacao L.*) é um fruto de planta arbórea, conhecido mundialmente pelo seu principal derivado, o chocolate (Oliveira, 2018). A cultura do cacau se destaca por diversos benefícios à saúde, devido à rica composição de compostos bioativos e ações antioxidantes, tornando-se de extrema importância para a indústria farmacêutica, alimentícia e cosmética (Machado *et al.*, 2023). No cacau, o desenvolvimento do sabor é influenciado não apenas por fatores genéticos e ambientais, mas também pelo beneficiamento, com destaque para as etapas de fermentação e secagem (Ramôa Junior, 2011).

A fermentação é uma etapa fundamental no processamento do cacau, é a partir desse processo em que se obtêm uma amêndoa de qualidade sensorial, responsável por desencadear reações como morte do embrião, a hidrólise de açúcares e proteínas, além da liberação de enzimas e compostos que são precursores do sabor e aroma (Efraim *et al.*, 2010). Essas transformações bioquímicas são diretamente influenciadas pelo tempo de fermentação, que geralmente varia de cinco e sete dias, e pelas alterações no pH e na acidez, que favorecem a atuação de diferentes grupos microbianos.

Segundo Schwan e Wheals (2004), durante a fermentação, a polpa mucilaginosa que envolve as amêndoas passa por transformações bioquímicas promovidas por leveduras e

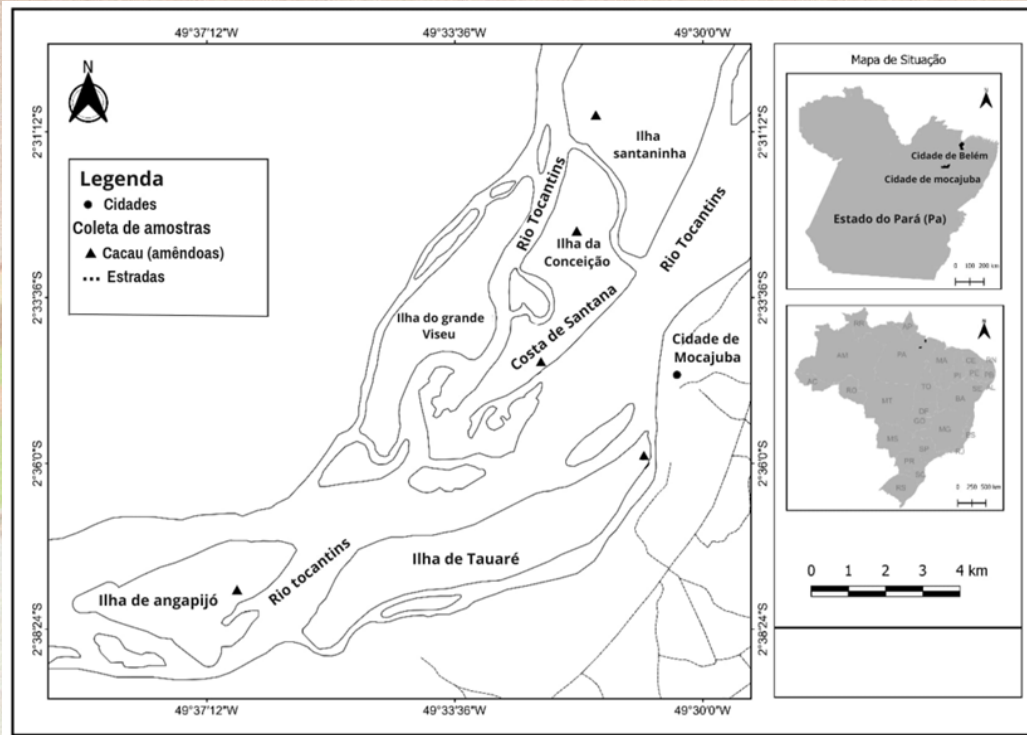
bactérias, que atuam de forma sequencial. Esses microrganismos metabolizam os açúcares presentes, liberando etanol e ácidos orgânicos, como o ácido acético, além de calor. Essas alterações modificam o ambiente fermentativo, influenciando diretamente parâmetros como pH e acidez, os quais são fundamentais para acompanhar o processo.

Na região amazônica, comunidades ribeirinhas utilizam métodos tradicionais de fermentação, como o cocho (caixa de madeira) e o paneiro (cesto de palha). Entretanto, Apesar da ampla adoção dessas práticas na produção artesanal de cacau, ainda são escassas as pesquisas que comparam seus efeitos sobre os parâmetros físico-químicos das amêndoas (Rocha et al., 2025). Diante disso, este estudo tem como objetivo realizar uma análise físico-química das amêndoas de cacau ao longo do processo de fermentação, considerando os diferentes tipos de recipientes utilizados pelas comunidades locais. Esta pesquisa buscou avaliar variáveis como pH, acidez titulável, teor de cinzas, contribuindo para a valorização e aprimoramento das práticas tradicionais amazônicas.

## 2. Metodologia

### 2.1 Área de estudo

O estudo foi realizado no município de Mocajuba, localizado na região nordeste do estado do Pará, especificamente na microrregião de Cametá, nas coordenadas 02° 35' 03'' S e 49° 30' 26'' W (Barros *et al.*, 2019). Esta região é de grande importância social e econômica no beneficiamento primário do cacau, devido à intensa atividade extrativista associada ao cacau nativo de várzea. O território de Mocajuba é diversificado, incluindo áreas de ilhas de várzea, terra firme e um centro urbanizado (Cuenin e Piraux, 2021). A pesquisa foi conduzida na Ilha de Santaninha, com coordenadas 02° 31' 09.4'' S e 49° 31' 34.8'' W



**Figura 1:** Mapa de localização da área. Fonte: IBGE, 2009.

## 2.2 Coleta das amostras

Os frutos de cacau foram colhidos no ponto de maturação adequado, em seguida, a quebra dos frutos foi realizada entre dois e três dias após a colheita, com o objetivo de preservar a qualidade fisiológica das sementes. As fermentações ocorreram em dois sistemas distintos: cochos de madeira e paneiros. Durante os dias de fermentação, foram feitas medições in situ dos parâmetros físico-químicos de pH, temperatura e umidade diariamente.

As amêndoas fermentadas foram separadas em diferentes tempos (24 h, 48 h, 72 h, 96 h e 120 h), de acordo com o sistema de fermentação utilizado (cocho ou paneiro). Todas as amostras foram submetidas à liofilização, com o intuito de preservar suas características químicas para as análises posteriores. Após a liofilização, as amêndoas foram descascadas, trituradas e maceradas, sendo preparadas para análises físico-químicas.

## 2.3 Parâmetros físico-químicos

As análises foram realizadas no Laboratório de Química do Museu Paraense Emílio Goeldi. Para a determinação do pH, as amêndoas moídas foram pesadas a 1g de amostra macerada (em duplicata), em béquer (50ml), com 9 ml de água destilada em chapa aquecedora a 50 °C, em seguida, agitou-se em agitador magnético por 5 minutos. Posteriormente, as amostras ficaram em repouso a temperatura ambiente. O eletrodo foi então colocado na amostra preparada mL, com agitação. A temperatura da solução foi medida. Em seguida, o valor do pH da amostra foi observado e anotado

## 2.4 Determinação da Acidez Total Titulável

A análise foi realizada com base em método adaptado da AOAC (1997). Para isso, 1 g de amostra (em duplicata) foi homogeneizado com 9 mL de água destilada aquecida a 50 °C, utilizando um agitador magnético por 10 minutos. Após o resfriamento à temperatura ambiente, a solução foi titulada com NaOH 0,1 N até atingir o ponto final (pH 8,2 ± 0,5). O volume da solução titulante foi registrado, e o eletrodo foi higienizado a cada leitura. A acidez total titulável (ATT) foi calculada conforme a equação:

$$ATT = \left( \frac{V \times fc \times N \times 100}{m} \right)$$

Onde:

- $V$  = volume de NaOH utilizado (mL);
- $Fc$  = fator de correção do NaOH;
- $N$  = normalidade da solução titulante;
- $m$  = massa da amostra (g).

## 2.5 Determinação de resíduo mineral (Cinzas)

Os cadinhos de porcelana foram incinerados em forno mufla a 600 °C por 1 hora. Após, foram resfriados em dessecador. Em seguida, os cadinhos foram pesados e seus valores registrados. Posteriormente foram pesadas 3 g de amostra, e o peso anotado. Assim, as amostras

foram submetidas à incineração em mufla a 600 °C até virar cinza clara. Após esse processo, os cadinhos contendo as amostras incineradas foram resfriados no dessecador e pesados.

O cálculo das cinzas foi dado pela Equação (2):

$$\text{Cinzas (\%)} = \left[ \frac{M1 - M2}{M3} \right] \times 100$$

Onde:

M1: Massa do cadinho com a amostra seca;

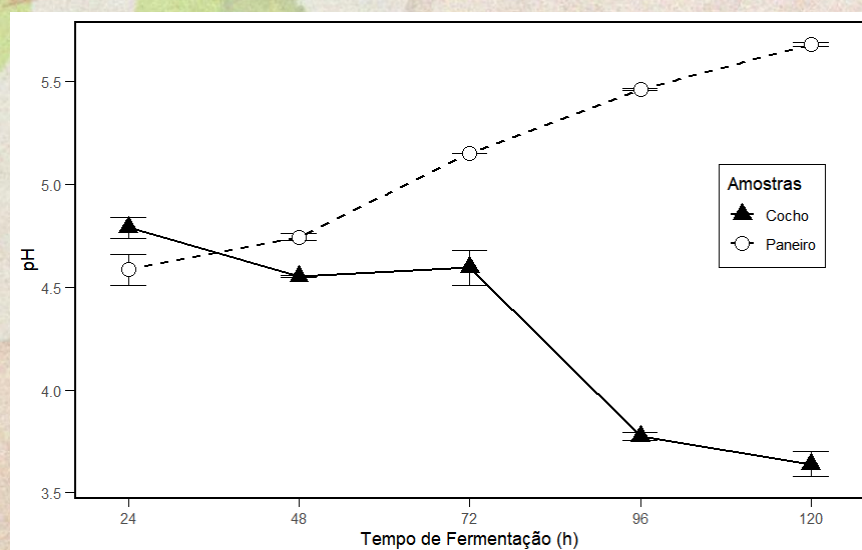
M2: Massa do cadinho tarado;

M3: Massa da amostra pesada.

### 3. Resultados/Discussões

#### 3.1 Parâmetros físico-químicos

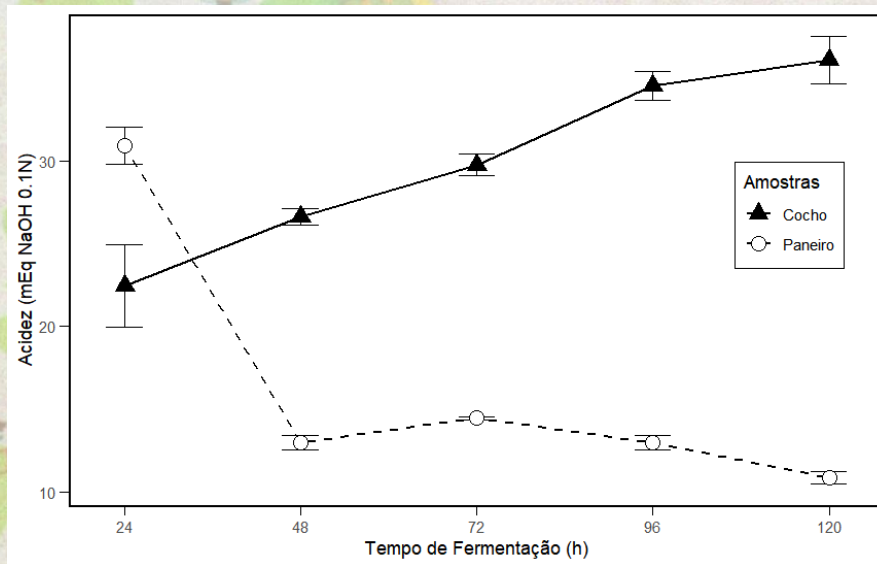
Os resultados de pH nas amêndoas fermentadas do cacau (*Theobroma cacao L.*) nos tempos de fermentação (24h, 48h, 72h, 96h e 120h), estão representados na tabela 1. A figura 1 observa-se a variação do pH entre cocho e paneiro, cocho iniciou com pH 4,79 em 24h em seguida, ficou mais ácido até atingir 120h (pH 3,64). Enquanto, o paneiro começou com pH 4,59 e aumentou em 120h para 5,68 (Figura 1).



**Figura 1.** Variação de pH nas amêndoas de cacau durante o tempo de fermentações em cocho e paneiro. Fonte: Autora (2025).

Os resultados das análises de acidez total titulável das amêndoas de cacau fermentadas (*Theobroma cacao L.*), exibidas na Tabela 1, figura 2 mostram as variações e comparações entre as amêndoas fermentadas no cocho e no paneiro.

O paneiro apresentou um decréscimo significativo entre 24h e 48h, variando de 30,91 mEq para 12,96 mEq. Enquanto que o cocho primeiramente aumentou desde as 24h até 120h (36,05 mEq).



**Figura 2.** Variação dos níveis de acidez total titulável nas amêndoas de cacau durante as fermentações de 24h a 120h em cocho e paneiro.

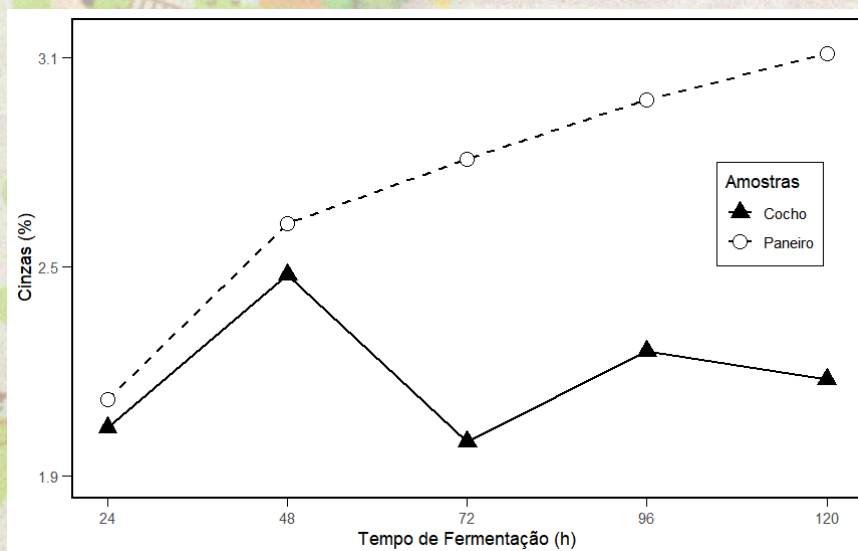
Os resultados da análise de cinzas em amêndoas de *T. cacao* advindas de Cocho e Paneiro nos tempos de fermentação de 24h, 48h, 72h, 96h e 120h são exibidos na tabela 1. As 24h paneiro apresentou maior quantidade de cinzas em relação ao cocho.

Na figura 3, observa-se um crescimento no percentual de cinzas para paneiro e cocho até chegar no segundo dia. Porém, a partir do terceiro dia os valores não seguem o mesmo padrão de crescimento, o paneiro segue aumentando até o quinto dia, terminando com um percentual de 3,11% de cinzas. Enquanto o cocho reduz de percentual no terceiro dia de 2,48%

para 2%. Mas a partir do quarto dia aumenta novamente, mas no último dia de medição o valor reduz para 2,18%. Logo, os valores percentuais de cocho apresentam comportamento irregular.

Tempo (h)	pH		Acidez (mEq NaOH 0.1N)		Cinzas (%)	
	Cocho	Paneiro	Cocho	Paneiro	Cocho	Paneiro
24	4,79	4,59	22,44	30,92	2,04	2,12
48	4,56	4,75	26,62	12,96	2,48	2,62
72	4,60	5,15	29,74	14,45	2,00	2,81
96	3,78	5,47	34,52	12,94	2,26	2,98
120	3,64	5,68	36,05	10,85	2,18	3,11

**Tabela 1.** Variação dos níveis de pH, Acidez e Cinzas nas amêndoas de cacau durante as fermentações de 24h a 120h em cocho e paneiro. Fonte: Autora (2025).



**Figura 3.** Variação dos níveis de cinzas nas amêndoas de cacau durante as fermentações de 24h a 120h em cocho e paneiro. Fonte: Autora (2025).

#### 4. Resultados/Discussões

De acordo com Rodriguez-Campos et al. (2011), amêndoas de cacau com pH entre 5,5 e 5,8 após a secagem indicam baixa fermentação, enquanto valores entre 4,75 e 5,19 refletem uma fermentação adequada, como observado nas amostras fermentadas em cocho. Apesar de realizada a temperaturas moderadas, a secagem por liofilização pode reter compostos como ácido acético, reduzindo o pH e elevando a acidez, o que pode comprometer o sabor final do

chocolate (Efraim et al., 2010). Ramôa Júnior (2011) relatou variações de pH entre 4,4 e 6,6 durante a fermentação, enquanto neste estudo os valores variaram de 3,6 a 4,8 em paneiro e de 4,6 a 5,7 em cocho. A acidez total titulável (ATT) encontrada neste trabalho também diferiu, com valores entre 22,44 e 36,05 mEq NaOH/100g nas amostras de cocho e de 10,85 a 30,92 mEq NaOH/100g nas de paneiro. Fatores como maturação dos frutos, época de colheita, região e técnica de fermentação influenciam diretamente essas variações.

O pH das amêndoas está fortemente ligado ao sabor do chocolate. Valores mais baixos, resultantes da ação bactérias que fabricam os ácidos láticos e acéticos, tendem a acentuar o sabor e aroma das amêndoas de cacau (Sant'Ana et al., 2020), sugerindo que amêndoas fermentadas em cochos podem produzir chocolates com sabor mais intenso que aquelas do paneiro. Quanto ao teor de cinzas, que reflete a presença de elementos essenciais e a atividade microbiana, valores mais altos foram observados nas amêndoas de paneiro (3,11 g), indicando possível menor eficiência fermentativa nesse sistema. Alves et al. (2023) encontrou teores próximos ( $2,61 \pm 0,08$  g), enquanto Efraim et al. (2010) observou que amêndoas sem fermentação apresentam maiores níveis de cinzas. Assim, o menor teor de cinzas nas amêndoas do cocho reforça a maior atividade microbiana e eficácia fermentativa nesse método.

## 5. Conclusão

Este trabalho mostrou como o tipo de fermentação influencia diretamente na qualidade das amêndoas de cacau. Ao comparar os métodos tradicionais usados pelas comunidades ribeirinhas, o cocho (caixa de madeira) e o paneiro (cesto de palha), ficou evidente que o cocho proporciona condições mais favoráveis para o processo fermentativo. As amêndoas fermentadas em cocho apresentaram uma queda mais acentuada no pH, aumento da acidez e menores teores de cinzas, o que indica uma fermentação mais eficiente, com maior atividade microbiana e desenvolvimento de compostos importantes para o sabor e aroma do chocolate. Entretanto, as amêndoas do paneiro tiveram pH mais alto no final da fermentação e maior teor de cinzas, o que pode estar associado a uma fermentação menos eficaz.

Esses resultados reforçam que, mesmo em práticas tradicionais, pequenos ajustes e monitoramentos como controle do tempo de fermentação, pH, acidez e cinzas podem fazer

grande diferença na qualidade do produto final. O cacau fermentado de forma adequada tende a resultar em chocolates com sabor mais marcante e agradável. Mais do que comparar técnicas, este estudo valoriza os saberes locais e aponta caminhos para aprimorar a produção artesanal de cacau na região amazônica, promovendo qualidade, identidade e sustentabilidade para as comunidades produtoras.

## 6. Agradecimentos

Agradeço ao CNPq (Conselho Nacional de Desenvolvimento Científico e Tecnológico) pela concessão de bolsa de estudos e apoio institucional do Museu Paraense Emílio Goeldi, a FAPESP (Fundação Amazônia de Amparo a Estudos e Pesquisas) pelo financiamento da pesquisa vinculada ao projeto “*Beneficiamento primário do cacau nativo das ilhas de Mocajuba*”. Estendo também meus agradecimentos ao CTA/UFRA (Centro Tecnológico e Agropecuário da UFRA) e ao PPGCTA/UFPA (Programa de Pós-Graduação da UFPA) pelo suporte laboratorial e científico prestado ao longo da execução deste trabalho.

## Referências Bibliográficas

ALVES, Douglas dos Santos *et al.* Caracterização físico-química e funcional de amêndoas de cacau (*Theobroma cacao*) produzido em sistema de várzea. In: ANAIS DO 15º SLACAN - Simpósio Latino Americano De Ciência De Alimentos E Nutrição, 2023, Campinas. Anais eletrônicos, Galoá, 2023. Disponível em: <<https://proceedings.science/slacan-2023/trabalhos/caracterizacao-fisico-quimica-e-funcional-de-amendoas-de-cacau-theobroma-cacao-p?lang=en>> Acesso em: 20 Fev. 2025.

BARROS, V. S. et al. Avaliação da organização arbórea e a percepção dos usuários das praças do município de Mocajuba, estado do Pará, Brasil. Revista da Sociedade Brasileira de Arborização Urbana, v. 13, n. 3, 2019.

CUENIN, P; PIRAUX, M. Globalização e estratégias locais: as interações global-local no caso do município de Mocajuba, na Amazônia oriental. Novos Cadernos NAEA, v. 23, n. 3, 2021.

EFRAIM, P.; PEZOA-GARCÍA, N. H.; JARDIM, D. C. P.; NISHIKAWA, A.; HADDAD, R.; EBERLIN, M. N. Influência da fermentação e secagem de amêndoas de cacau no teor de compostos fenólicos e na aceitação sensorial. Ciênc. Tecnol. Aliment., Campinas, v. 30, p. 142-150, 2010.

OLIVEIRA, R. H; GONÇALVES, D. S.; MAZUR, C. E.. Benefícios funcionais do cacau (*Theobroma cacao*) e seus derivados. 2018.

MACHADO, V. L.; DA SILVA, F. T. Cacau, produção e indústria: uma revisão de literatura. Revista Eletrônica Ciência & Tecnologia Futura, v. 1, n. 2, 2023.

RAMÔA JÚNIOR, A. G. A. Comportamento Cinético De Compostos Polifenólicos E Enzimas Oxidativas Na Fermentação De Cacau Da Amazônia. Dissertação de Mestrado apresentada ao Programa de Pós-Graduação em Ciência e Tecnologia de Alimentos da Universidade Federal do Pará para obtenção do Título de Mestre em Ciência e Tecnologia de Alimentos. Belém, 2011.

ROCHA, S. O. S. G. da; VILHENA, M. do P. S. P.; SOUZA, J. N. S. de; BALCÁZAR-ZUMAETA, C. R.; CASTRO-ALAYO, E. M.; et al. Diferentes caixas de fermentação podem melhorar a composição nutricional e a atividade antioxidante de grãos de cacau fermentados e secos de várzea na Amazônia brasileira? *Foods*, Basel, v. 14, n. 8, p. 1391, 2025.

RODRIGUEZ-CAMPOS, J.; ESCALONA-BUENDÍA, H. B.; OROZCO-AVILA, I.; LUGO-CERVANTES, E.; JARAMILLO-FLORES, M. E. Dynamics of volatile and non-volatile compounds in cocoa (*Theobroma cacao* L.) during fermentation and drying processes using principal components analysis. *Food Research International*, v. 44, n. 1, p. 250-258, 2011.

SANT'ANA, Cristiano S. S. *et al.* Influência do período de colheita na qualidade do cacau da Indicação Geográfica Sul da Bahia. *Brazilian Journal of Development*, v. 6, n. 2, p. 8295-8306, 2020.

SCHWAN, R. F. & WHEALS, A. E. (2004). "The microbiology of cocoa fermentation and its role in chocolate quality." *Critical Reviews in Food Science and Nutrition*, 44(4), 205–221.