

AUTOR(ES): ANA CAROLINA DE SENA REIS, KAIO FELIPE OLIVEIRA SANTOS, SARA YASMIM SOUZA DA SILVA, KELLY FERNANDA NUNES PEREIRA, CAMILA MAIDA DE ALBUQUERQUE MARANHÃO, VICTOR MARTINS MAIA e MARISTELLA MARTINELI.

COLORAÇÃO DAS AMÊNDOAS DE CACAU CCN10 DO OESTE BAIANO SUBMETIDAS A DIFERENTES TEMPERATURAS E TEMPOS DE TORREFAÇÃO

Introdução: O cacau faz parte da história do Brasil, despertando uma paixão pelo chocolate entre os brasileiros, colocando o país entre os principais consumidores de chocolate do mundo, demanda que incentivou os produtores a investirem cada vez mais na produtividade, qualidade e distinção do cacau brasileiro. O Brasil é o 6º maior produtor mundial de cacau, tendo os estados do Pará e da Bahia como os principais produtores (96% da produção nacional) e uma parte menor sendo cultivada no Espírito Santo, Rondônia, Amazonas e Mato Grosso, além de outros estados onde a produção está em estágios iniciais, porém mostrando expansão recente, como Roraima, Amapá, Ceará, Sergipe, São Paulo, Tocantins e Minas Gerais (MAPA, 2023). Segundo Ferreira (2017), a qualidade das amêndoas de cacau é determinada por suas características físicas como a cor, tamanho, peso, espessura da casca, teor de gordura, e por suas características sensoriais como aroma e sabor, influenciadas pelo genótipo, clima, solo, técnicas de manejo e pós-colheita, entre outros fatores. A autora acrescenta que todos esses elementos combinados influenciam às variações no sabor final das amêndoas e contribuem para a identidade única de cada tipo de cacau. Especificamente na etapa da torrefação, a temperatura e o tempo são variáveis importantes que afetam o desenvolvimento do sabor do cacau (JINAP et al., 1998), além da cor e textura, devido à reação de Maillard, reações importantes para a formação de sabor e cor das amêndoas durante a torra (STAROWICZ; ZIELIŃSKI, 2019). Segundo esses autores, a reação de Maillard, apresenta como produtos finais formados, as melanoidinas, polímeros marrons. Tais afirmações corroboram com Rojas et al. (2022), ao citarem que a torrefação dos grãos de cacau é considerada a etapa mais crítica no processamento do chocolate, momento em que ocorre formação da cor marrom e dos compostos voláteis, responsáveis pelo sabor e aroma. Por fim, esses autores reportaram que a torra no cacau deve proporcionar um equilíbrio no teor de compostos fenólicos (que conferem ação antioxidante), mas que não afete o sabor do chocolate. Portanto, objetivou-se, neste estudo, avaliar o efeito de temperaturas e tempos de torrefação sobre a coloração de amêndoas de cacau CCN10 do Oeste baiano. **Métodos:** Foram utilizados frutos de cacaueiros CCN10 cultivados a pleno sol na Fazenda Santa Colomba, município de Cocos, região oeste da Bahia (semiárido baiano). O clima onde as plantas foram cultivadas é o Aw segundo classificação de Koppen: clima tropical, com inverno seco, apresentando estação chuvosa no verão, de novembro a abril, e nítida estação seca no inverno, de maio a outubro (julho é o mês mais seco). A temperatura média do mês mais frio é superior a 18ºC e as precipitações são superiores a 750 mm anuais, atingindo 1800 mm. As plantas foram irrigadas em sistema de pivô central. Após a colheita, os frutos foram quebrados, despolpados, as sementes submetidas às etapas fermentação, por método tradicional utilizando cochos de madeiras, obtendo-se as amêndoas fermentadas. Após fermentadas, as amêndoas foram secadas em estufas solares com malha de cobertura de 70% de proteção de radiação com circulação de ar nas laterais, realizando revolvimento constantemente com o objetivo de uniformizar a secagem até as amêndoas atingirem entre 7 e 8% de umidade. A torrefação das amêndoas inteiras foi realizada em forno adaptado à fritadeira elétrica (modelo Mondial Ultra AF-10, 1270W de 3,5 litros), por possuir mecanismo de funcionamento semelhante ao torrador de grãos utilizado na indústria (VIEIRA, 2023), utilizando diferentes temperaturas (0º C, 90 ºC, 120 ºC, 150 ºC e 170 ºC) e tempos de torra (10 min, 40 min, 70 min, 100 min e 130 min). Essas temperaturas foram determinadas a partir de relato na literatura, em que os fabricantes de chocolate utilizam torra baixa, média ou alta dependendo do tipo da amêndoa e do uso pretendido (OWUSU; PETERSEN; HEIMDAL, 2012) e que na indústria do cacau, os nibs (amêndoas fermentadas fragmentadas) são frequentemente torradas a temperaturas acima de 125°C

(JINAP et al., 1998). Assim, o estudo foi realizado em delineamento inteiramente casualizado (DIC) no esquema fatorial (6 temperaturas x 5 tempos), com três repetições (com cinco amêndoas em cada repetição). Para as análises, as amêndoas foram trituradas em miniprocessador com o intuito de diminuir o tamanho das partículas. A coloração foi obtida por meio de colorímetro de bancada com leitura direta de reflectância das coordenadas L* (luminosidade), a* (tonalidade vermelha ou verde) e b* (tonalidade amarela ou azul) do sistema Hunterlab Universal Software. Foi obtida diretamente a luminosidade, que varia entre 0 (preto) e 100 (branco), e a partir dos valores de a* e b*, calcularam-se o índice de saturação croma (que varia de 0 a 60) e o ângulo hue (ângulo de tonalidade ou cor verdadeira, que varia entre 0º e -360º). O tratamento estatístico dos dados se deu por meio de uma regressão múltipla entre os fatores tempo e temperatura estudados em programa estatístico R. **Resultados**: De acordo com a Fig. 1A, para a luminosidade, houve interação significativa entre as temperaturas e tempos de torra ($p<0,05$), com ajustes de modelo quadrático para ambos os fatores, podendo ser observado redução da luminosidade à medida que se aumentou a temperatura e o tempo de exposição ao calor, denotando amêndoas mais escuras nessas condições, já que valores de L mais próximos de 100 indicam um produto mais claro. Em relação ao croma e ao ºhue (Fig. 1B e 1C), houve interação significativa entre as temperaturas e tempos de torra ($p<0,05$), com ajustes de modelo linear para ambos os fatores, mostrando redução do ºhue e da intensidade da cor (croma) das amêndoas em temperaturas e tempos de torras superiores. **Discussão**: O escurecimento da amêndoa durante a torra se deu pela formação de pigmentos amarronzados devido à reação de Maillard, conforme reportado por Giacometti; Jolic; Josic (2015). Nessa reação, também conhecida como escurecimento não enzimático, entre diversas reações, inclui a formação de pigmentos marrons e a síntese de pirazinas, importante composto aromático do cacau, cuja concentração aumenta rapidamente durante o processo de torrefação até atingir um valor máximo, após o qual esses valores se mantêm constantes. Comportamento similar ao do presente estudo foi relatado por Sachetti et al. (2016) em um estudo sobre as mudanças físicas e químicas mais importantes induzidas pela reação de Maillard durante o processo de torrefação do cacau, cujos autores observaram redução da luminosidade e do ºhue com o tempo de torrefação. Para esses autores, durante a torrefação do cacau, as melanoidinas coloridas são o fator determinante para o escurecimento não enzimático das amêndoas, devido à ativação da reação de Maillard, no entanto, outras reações químicas indutoras de escurecimento, como a oxidação de polifenóis, poderiam contribuir significativamente para as mudanças de cor durante a torrefação. **Conclusões/Considerações finais**: Os resultados do presente estudo mostraram que as amêndoas de cacau CCN10 ficam mais escuras quando submetidas a temperaturas mais elevadas e em tempos prolongados de torra, mostrando, assim, que o processo de torrefação pode ser otimizado em termos de tempo e temperatura de processamento para obtenção de cacau com qualidade, ou seja, com a cor desejada, maior teor de compostos fenólicos e sabor e aroma típicos.

Palavras-chave: *Theobroma cacao* L. Torrefação. Cor. Escurecimento não enzimático. Qualidade

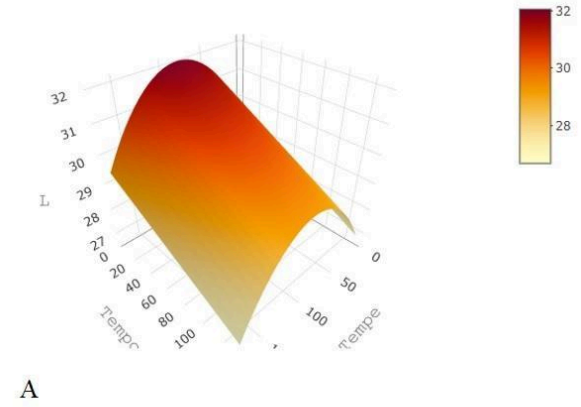
Agradecimentos:
Os autores agradecem a Coordenação de Aperfeiçoamento de Pessoal de Nível Superior (CAPES), ao Conselho Nacional de Desenvolvimento Científico e Tecnológico (CNPq) e a Fundação de Amparo à Pesquisa do Estado de Minas Gerais (FAPEMIG) pelo apoio financeiro. Agradecem também à UNIMONTES pela concessão de bolsas de Iniciação Científica PROINIC-UNIMONTES, ao CNPq pela concessão de bolsas de Iniciação Científica PIBITI-CNPq e PIBIC – EM/CNPq e, à FAPEMIG pela concessão de bolsas de Iniciação Científica PIBIC FAPEMIG.

Referências:

FERREIRA, A. C. R. **Indicação de Procedência Sul da Bahia - Manual de controle da Qualidade do Cacau Sul da Bahia**. Editora: PTCSB, Ilhéus-BA, 2017. 47p.

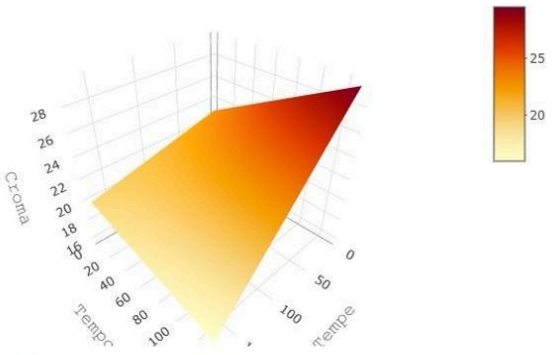
GIACOMETTI, J.; JOLIĆ, S. M.; JOSIĆ, D. **Cocoa Processing and Impact on Composition**. In: Cocoa Processing and Impact on Composition. Publisher: Academic Press, First Edition, 2015. p. 605–612.

JINAP, S. et al. Effect of roasting time and temperature on volatile component profiles during nib roasting of cocoa beans (Theobroma cacao). **Journal of the Science of Food and Agriculture**, v. 77, n. 4, p. 441-448, 1998.
MINISTÉRIO DA AGRICULTURA E PECUÁRIA E ABASTECIMENTO - MAPA. **Brazilian Cocoa**, 2023. Brasília MAPA, 2023. Disponível em: https://www.gov.br/agricultura/pt-br/assuntos/ceplac/publicacoes/outras-publicacoes. Acesso em: 17 Jul. 2024.
OWUSU, M.; PETERSEN, M. A.; HEIMDAL, H. Effect of fermentation method, roasting and conching conditions on the aroma volatiles of dark chocolate. **Journal of Food Processing and Preservation**, v. 36, n, 5, p. 446–456, 2012.
ROJAS, M. et al. Physicochemical Phenomena in the Roasting of Cocoa (Theobroma cacao L.). **Food Engineering Reviews**, v. 14, n. 3, p. 509-533, 2022.
SACCHETTI, G. et al. Non enzymatic browning during cocoa roasting as affected by processing time and temperature. **Journal of Food Engineering**, v.169, p. 44–52, 2016.
STAROWICZ, M.; ZIELIŃSKI, H. How Maillard Reaction Influences Sensorial Properties (Color, Flavor and Texture) of Food Products? **Food Reviews International**, v. 35, n. 8, p. 707-725, 2019.
VIEIRA, J. C. S. **A influência da reação de Maillard na geração de álcool e nas características sensoriais da cerveja artesanal**. Monografia (Trabalho de Conclusão de Curso em Engenharia Química) – Universidade Federal de Alagoas. Centro de Tecnologia. Maceió, 2023, 52p.



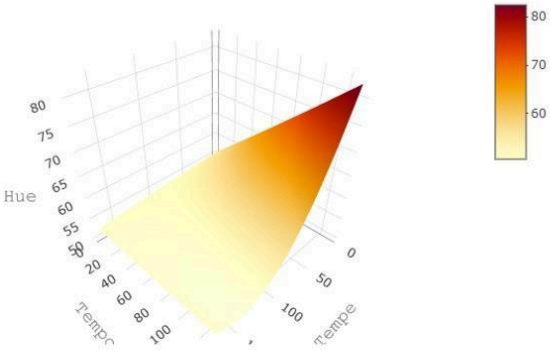
A

Luminosidade = 29,4235 + 0,0494X – 0,00027X² + 0,0487Y + 7,02Y² – 0,00099XY



B

Croma = 22,8556 – 0,017872X + 0,51186Y – 0,0004746XY



C

°hue = 55,4326 – 0,0170008X + 0,203966Y – 0,0034657XY



Figura 1. Coloração instrumental (A: Luminosidade; B: croma e C: ângulo hue - ºhue) em amêndoas de cacau CCN10 submetidas a diferentes tempos e temperaturas de torrefação.