










Artículo original / Original article

Temperatura y tiempo durante el proceso de tostado en tambor rotatorio y estufa para la obtención de la pasta de copoazú (*Theobroma grandiflorum*), en la provincia de Tambopata-MDD

Temperature and time during the roasting process of rooting drum and stove for the obtaining of the pasta of copoazú (*Theobroma grandiflorum*), in the province of Tambopata-MDD

Flor de Liz Maceda-Trigoso^{1*} ; Lara Elizabeth Dea-Cahuana¹ ; Pedro Saul Montalván-Apolaya² ; María Isabel Cajo-Pinche¹ ; Luzbenia Analí Motta-Machicado¹ ; Javier Eduardo Díaz-Viteri¹ ; Felipe Bautista-Ferro¹ 

¹ Universidad Nacional Amazónica de Madre de Dios, Puerto Maldonado - Perú

*Autor corresponsal: jdiaz@unamad.edu.pe

Recibido: 12/01/2023

Aceptado: 10/03/2023

Publicado: 20/06/2023

Resumen: El presente estudio tuvo como objetivo evaluar el tostado de granos de Copoazú (*Theobroma grandiflorum*) y su efecto en la calidad sensorial de la pasta de copoazú. Los frutos se obtuvieron de la Asociación de Productores Agropecuarios de la Comunidad “El Progreso”, en Tambopata- Madre de Dios. Las semillas se fermentaron y secaron, para posteriormente tostarlas bajo condiciones experimentales, en estufa y tambor rotatorio. Los nibs de copoazú obtenidos en cada tratamiento fueron utilizados para elaborar pasta de copoazú; este producto pasó por evaluación sensorial con la finalidad de determinar el tratamiento ideal para generar las mejores características organolépticas acorde a los estándares de APPCACA. Los resultados de la evaluación sensorial muestran que el tostado en tambor rotatorio a 100 °C por 40 min., permite obtener un producto final de buena calidad. En conclusión, las condiciones de tostado de los granos de copoazú influyen en la calidad sensorial del producto final.

Palabras clave: nibs de copoazú; pasta de copoazú; perfil sensorial; rueda de sabor; tostado.

Abstract: The objective of this study was to evaluate the roasting of Copoazú (*Theobroma grandiflorum*) beans, and its effect on the sensory quality of the copoazú paste. The fruits were obtained from the Association of Agricultural Producers of the “El Progreso” Community, in Tambopata- Madre de Dios. The seeds were fermented and dried, and then roasted under experimental conditions, in an oven and rotating drum. The cupoazú nibs obtained in each treatment were used to make cupoazú paste; This product underwent sensory evaluation in order to determine the ideal treatment to generate the best organoleptic characteristics according to APPCACA standards. The results of the sensory evaluation show that roasting in a rotating drum at 100 °C for 40 minutes allows us to obtain a final product of good quality. In conclusion, the roasting conditions of copoazú beans influence the sensory quality of the final product.

Keywords: copoazú nibs; copoazú paste; sensory profile; flavour wheel; roasted

1. Introducción

El copoazú (*Theobroma grandiflorum*), es un árbol frutal perteneciente a la familia Sterculiaceae, de origen amazónico, es una especie abundante en las zonas tropicales circundantes a la cuenca del río Amazonas (Venturieri & Aguiar, 1988). En el Perú, esta planta se encuentra difundida en las regiones de San Martín, Loreto, Ucayali y Madre de Dios, en esta última región, se destaca una emergente producción por la participación de sendos proyectos de inversión pública destinados al mejoramiento de sistemas agroforestales y la promoción de una agricultura sostenible, según la Dirección Regional Agraria de Madre de Dios en el año 2019 se contó con un área cosechada de 307,5 hectáreas, que registró rendimientos promedio de 2 248 kg/ha (Villagra-Halanocca et al., 2021). En cuanto a su aprovechamiento, la pulpa aproximadamente constituye el 50 % del fruto y se utiliza en la fabricación de jugos, néctares, mermeladas, helados, yogurt y productos de pastelería; por otra parte, cada fruto contiene entre 20 a 50 semillas que generalmente se usan para la fabricación de copulate, un producto equivalente al chocolate de cacao, y en la elaboración de manteca con aplicaciones en la industria cosmética (Criollo-Nuñez et al., 2022). El procesamiento de las semillas de copoazú es desarrollado siguiendo las operaciones establecidas para el procesamiento de cacao, las cuales son: fermentación, secado, tostado, molienda, conchado, temperado (Criollo et al., 2021) y otras operaciones adicionales que demanden cada producto. De las operaciones antes mencionadas, se puede considerar que el tostado es una de las más importantes en el procesamiento del cacao y copoazú, debido a que en esta operación se emplean temperaturas elevadas que conllevan a la producción de compuestos derivados del pardeamiento no enzimático las mismas que confieren características sensoriales deseables tales como aroma, color y sabor (Cajo-Pinche & Díaz-Viteri, 2022). Por las consideraciones mencionadas, la presente investigación fue planteada con el objetivo de evaluar el efecto del tostado de granos de copoazú (*Theobroma grandiflorum*), en dos tipos de tostadores (estufa y horno rotatorio) considerando también los parámetros de temperatura y tiempo con la finalidad de estandarizar la operación de tostado del grano ideal para obtener las mejores características organolépticas en el producto final.

2. Materiales y métodos

2.1 Recolección de la materia prima

El fruto de Copoazú (*Theobroma grandiflorum*), fue recolectado de la Asociación de Productores Agropecuarios de la Comunidad “El Progreso” ubicada en la provincia de Tambopata, en el Km. 83 de la carretera interoceánica sur, Puerto Maldonado – Cusco, específicamente del agricultor Francisco Huaca Quispe que cuenta con 4 hectáreas de producción de copoazú, por hectárea tiene 160 plantones, cada platón produce de 12 a 15 frutos de copoazú con un peso promedio de 1,5 Kg aproximadamente, siendo su productividad de 400 Kg de semillas frescas por hectárea. Sin embargo, para esta investigación se utilizó 90 Kg de semillas, las semillas se distribuyeron de la siguiente manera: 5 kg de semillas por cada tratamiento, se plantearon 9 tratamientos para cada modalidad de tostado en estufa y tambor rotatorio. La determinación de la cantidad de semillas se realizó de acuerdo a la capacidad del tostador (5 kg)

2.2 Procedimientos

Los procedimientos realizados con los granos de copoazú se dividieron en dos grandes etapas: la etapa de beneficio del grano, que presenta operaciones de preparación de la materia prima y la

etapa de procesamiento de la pasta de copoazú, de la cual deriva el producto final. Las operaciones realizadas se muestran en la Figura 1.

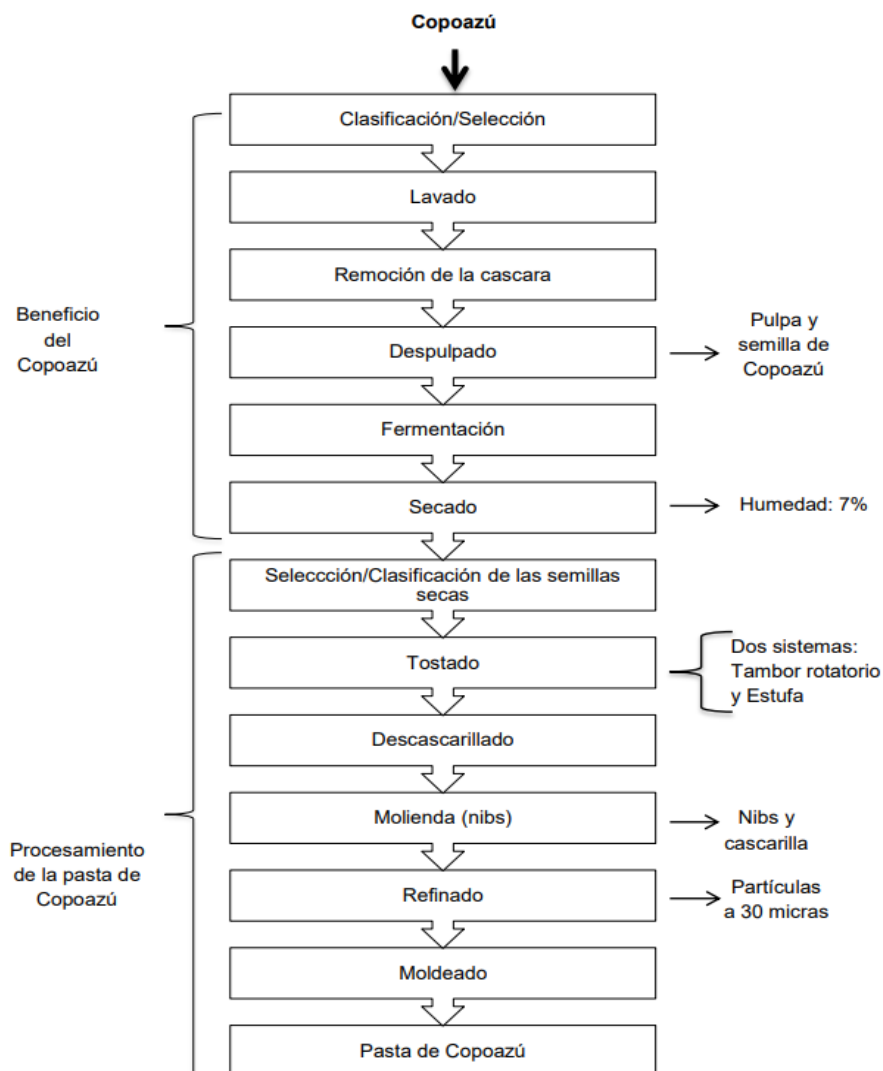


Figura 1. Flujograma del Procesamiento del Copoazú

2.2.1 Etapa de beneficio de las semillas de copoazú

Clasificación, selección y lavado: En esta etapa se consideró el descarte de frutos que presenten impurezas y/o defectos tales como hebras, quebraduras en la cáscara, hongos, materiales extraños, etc. Posteriormente, los frutos seleccionados fueron lavados con agua corriente haciendo uso de rodillos.

Remoción de la cáscara: Para esta etapa, se utilizó un mazo de madera en la apertura de la cubierta externa del fruto, la separación de la pulpa y semillas se efectuó de manera manual considerando el uso de accesorios de limpieza y de buenas prácticas de manufactura.

Despulpado y fermentación: En esta etapa, se utilizó una despulpadora de frutas, separando la pulpa de las semillas, en el despulpado se removió aproximadamente hasta el 90 % de la pulpa. Las semillas separadas pasaron a la etapa de fermentación en cajas de madera como lo

recomiendan Fernández (2006) y Criollo et al. (2010), por espacio de 8 días, adicionalmente se controlaron diariamente parámetros de temperatura, pH y acidez.

Secado: El secado de las semillas fermentadas se realizó utilizando secadores solares hasta alcanzar 7 % de humedad.

2.2.2 Etapa de procesamiento de la pasta de copoazú

Clasificación de las semillas secas: En esta etapa se consideró la eliminación de semillas muy pequeñas, achatadas y/o con cuerpos extraños.

Tostado: La operación de tostado se efectuó por medio de dos sistemas: tostado en estufa y en tambor rotatorio, en ambos sistemas las semillas de copoazú se sometieron a temperaturas de 100, 130 y 150 °C, por espacio de 20, 30 y 40 min.

Descascarillado y molienda: El descascarillado se realizó en una maquina descascarilladora, el producto obtenido es denominado "nibs de copoazú". La etapa de molienda se llevó a cabo en un molino de discos.

Refinado y moldeado: El producto de la molienda fue colocado en un refinador de piedra de granito a 45 °C por 5 horas con el objetivo de reducir el tamaño de las partículas a 30 micras. En la etapa de moldeado, el producto fue colocado en moldes de policarbonato de 90 gramos, aplicando manualmente ligeros golpes con el objetivo de evitar la formación de burbujas, luego los moldes fueron refrigerados entre temperaturas de 8 °C a 10 °C por espacio de 20 a 25 minutos, de lo cual se obtuvo la pasta de copoazú.

2.3 Evaluación del producto final

El producto final fue sometido a análisis para determinar la calidad sensorial y el perfil sensorial, que permitan identificar el mejor tratamiento para producir pasta de copoazú. La evaluación sensorial fue realizada por un panel de 6 catadores profesionales utilizando la ficha guía para la cata de cacao (APPCACAO), en la que el catador utiliza sus sentidos para validar 10 atributos de la muestra de copoazú, distribuidos en atributos positivos como: "Olor y fragancia", "Dulzura", "Sabor", "Aroma", "Limpieza", "Post gusto" y "Apariencia global"; y atributos negativos como: "Astringencia", "Amargor" y "Acidez". La escala de medición fue de 0 - 10 (0 ausencia; 1-3 ligero; 4-6 moderado; 7-8 intenso; 9-10 extremo). Asimismo, los valores de calidad en la escala del 0 - 10, son directamente proporcionales en los atributos de olor, dulzura, sabor, aroma, limpieza, post gusto y apreciación global. Mientras que para descriptores de acidez, astringencia y amargor; el valor de calidad es del orden inverso. Por otra parte, la escala de valoración de calidad fue:

- Deficiente: Menores de 70 puntos
- Buena Calidad: Entre 70 a 85 puntos
- Excepcional: Entre 85 a 100 puntos

2.4 Análisis y técnicas realizadas

a. Análisis proximal

El análisis de la composición proximal de la pasta de Copoazú con mejores características según la evaluación sensorial, se realizó considerando la metodología recomendada por Quirós (2012),

determinando Humedad (NTP 206.011), Proteína (AOAC 935.39C), Lípidos (NTP 206.017), Ceniza (AOAC 935.39B), Fibra (FAO 14/7), Carbohidratos (por diferencia), Energía (calculado), pH (AOAC 981.12) y Acidez (AOAC 942.15).

b. Determinación de los compuestos fenólicos

La determinación de los compuestos fenólicos de la pasta de Copoazú con mejores características según la evaluación sensorial, se realizó considerando la metodología propuesta por Singleton et al. (1999), en una muestra de 100 g previamente desengrasada, para esta metodología de análisis se utilizó el reactivo Folin-ciocalteus phenol reagent y carbonato de sodio en la preparación de la muestra, luego el análisis de compuestos fenólicos se realizó mediante espectrofotometría con la curva estándar de ácido gálico.

c. Determinación de la capacidad antioxidante

La determinación de la capacidad antioxidante de la pasta de Copoazú fue realizada considerando la metodología propuesta por Brand-Williams et al. (1995), en una muestra de 100 g previamente desengrasada mediante espectrofotometría a una longitud de onda de 517 nm haciendo uso del radical DPPH. La actividad antioxidante fue cuantificada utilizando una curva estándar construida a diferentes concentraciones de Trolox en solución.

d. Determinación del perfil de ácidos grasos

La determinación de los ácidos grasos de la pasta de Copoazú se realizó considerando la metodología recomendada por Krysiak (2006), para lo cual se utilizaron extractos de la pasta desengrasada, que previamente pasaron por filtros de porosidad de 0,45 μm de tipo jeringa posteriormente, se inyectaron a un cromatógrafo líquido de alta resolución (HPLC).

2.5 Análisis estadísticos

Para el análisis estadístico, se utilizó un diseño en bloques completamente al azar (DBCA), siendo los parámetros de temperatura de tostado (100, 130 y 150 °C) y tiempo de exposición al tostado (20, 30 y 40 min) con tres repeticiones, para los sistemas de estufa y tambor rotatorio según lo recomendado por Cohen & Jackix (2005a) en el procesamiento de semillas de copoazú. Los datos obtenidos fueron sometidos al análisis de varianza (ANOVA) y la prueba de Tukey ($\alpha = 0,05$) para la determinación de diferencias significativas y para el análisis estadístico se utilizó el software R.

3. Resultados

3.1. Calidad sensorial de la pasta del Copoazú

La Tabla 1 muestra los resultados de la evaluación de la calidad sensorial de la pasta de Copoazú por medio de dieciocho tratamientos, de acuerdo con el diseño experimental del presente estudio. Para la evaluación se consideraron diez descriptores de calidad, de los cuales siete son considerados atributos positivos, estos son, "Olor y fragancia", "Dulzura", "Sabor", "Aroma", "Limpieza", "Post gusto" y "Apariencia global". Y tres son atributos negativos de calidad, estos son, "Astringencia", "Amargor" y "Acidez". Los puntajes totales obtenidos en los tratamientos E130A y T100C, fueron los más altos (70 y 71 respectivamente), de acuerdo con la escala de valoración de calidad de la Asociación Peruana de Productores de Cacao - APPCACA, estas

dos pastas de copoazú serían consideradas de “Buena calidad”. En cuanto a las pastas elaboradas con los nibs de copoazú obtenidas de acuerdo con los tratamientos E100A, E100B, E100C, E130B, E130C, E150A, E150B, E150C, T100A, T100B, T130A, T130B, T130C, T150A, T150B y T150C, son consideradas de “Calidad deficiente”.

Tabla 1. Resultados de la evaluación sensorial de las pastas de Copoazú.

Ensayo	Descriptorios										Total
	A	B	C	D	E	F	G	H	I	J	
E100A	7	9	2	5	7	9	5	6	5	6	61
E100B	5	8	2	3	5	10	7	8	5	6	59
E100C	7	8	3	4	7	8	6	8	7	6	64
E130A	7	8	4	8	6	9	6	8	7	7	70
E130B	7	9	8	3	7	8	2	2	3	3	52
E130C	7	8	3	5	7	7	3	6	5	5	56
E150A	5	7	2	5	5	8	5	6	6	6	55
E150B	5	7	3	5	5	9	5	5	6	5	55
E150C	5	7	3	5	5	8	5	6	6	6	56
T100A	7	9	2	8	7	10	8	7	5	7	70
T100B	7	8	4	5	7	8	6	8	7	7	67
T100C	7	8	4	6	7	9	7	9	7	7	71
T130A	8	9	4	5	7	7	3	6	5	5	59
T130B	7	9	8	3	7	8	2	2	3	3	52
T130C	5	9	2	3	4	7	2	3	3	4	42
T150A	3	10	0	2	4	4	3	1	1	2	30
T150B	3	10	0	2	4	4	3	1	1	2	30
T150C	3	10	0	2	3	5	1	1	1	2	28
M	5,83	8,50	3,00	4,39	5,78	7,67	4,39	5,17	4,61	4,94	54,28
D.E	1,62	0,99	2,25	1,82	1,40	1,78	2,06	2,77	2,12	1,83	13,63
CV%	27,74	11,59	74,97	41,46	24,15	23,25	46,98	53,63	45,94	37,02	25,11

A: Olor y fragancia; B: Acidez; C: Dulzura; D: Sabor; E: Aroma; F: Astringencia; G: Amargor; H: Limpieza; I: Post gusto; J: Apariencia global; M: Media; D.E.: Desvió estándar; CV%: Coeficiente de variación. Los valores corresponden al promedio de 3 repeticiones.

Asimismo, considerando que según Hoskin (1994a), las etapas más importantes en el desarrollo de los precursores de sabor, son la fermentación y principalmente el tostado, se expresaron también los resultados de acuerdo a la variación del perfil sensorial para los tratamientos con los

más altos puntajes por medio del diagrama de araña y la ruleta de sabor tratamiento E130A en la Figura 02 y tratamiento T100C en la Figura 3.

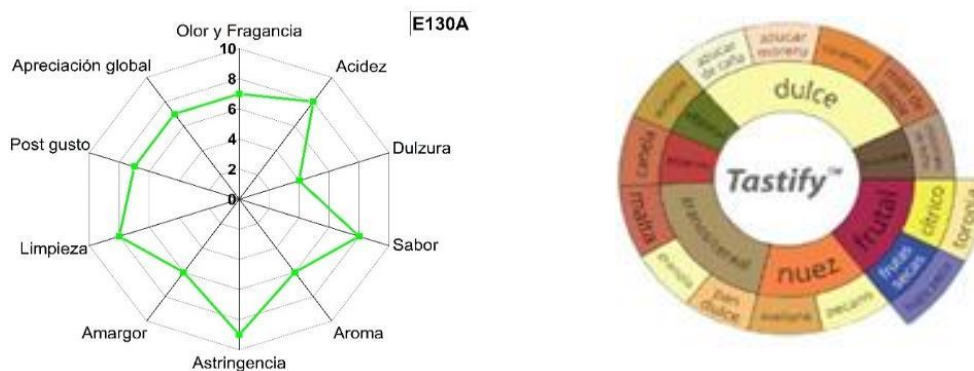


Figura 2. Diagrama de araña de la calidad sensorial de la pasta de copoazú para el tratamiento E130A y ruleta de sabor.

La Figura 2, muestra que los atributos de Astringencia, Sabor, Acidez, Limpieza, Post-gusto, Apariencia global, Olor y fragancia, Aroma y Amargor, obtuvieron los valores más altos. La Dulzura fue el único descriptor tuvo una calificación baja. Asimismo, el perfil sensorial desarrollado por la pasta de copoazú del tratamiento E130A, presenta 7 familias de sabores, Dulce, Chocolate, Frutal, Nuez, Granos/Cereal, Especias y Vegetal, a partir de estas familias de sabores fueron identificadas subfamilias de sabores en las cantidades de 4 (Azúcar de caña, Azúcar morena, Caramelo, Miel de maple), 1 (Chocolate), 2 (Cítricos (Toronja) y Frutas secas (Higo seco)), 2 (Avellana y Pecano), 3 (Malta, Granola y Pan dulce), 1 (Canela) y 1 (Guisante), respectivamente.

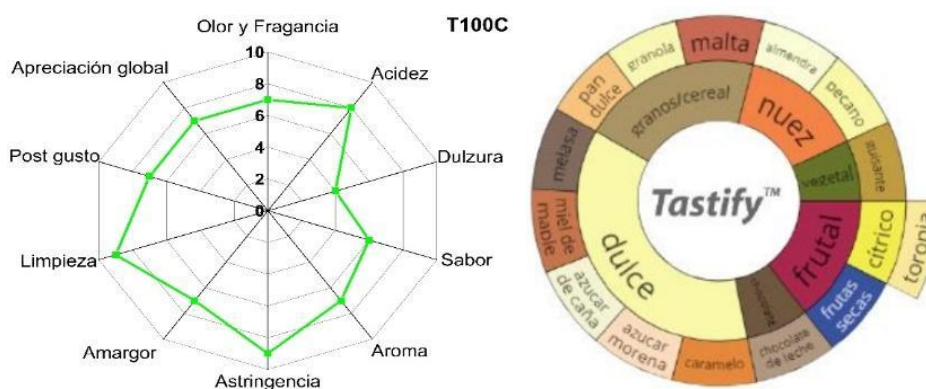


Figura 3. Diagrama de araña de la calidad sensorial de la pasta de copoazú para el tratamiento T100C y ruleta de sabor.

En la Figura 3 muestra que los atributos con mayor puntuación fueron Astringencia, Limpieza, Acidez, Post-gusto, Apariencia global, Olor-fragancia, Aroma y Amargor. Se debe aclarar que los descriptores Astringencia, Acidez y Amargo, son atributos que contribuyen con la mala calidad de la pasta, pero en el presente grafico los valores altos representan el grado de ausencia, calculado según APPCAO a partir del valor inicial que indicaba la presencia de estos atributos en la pasta. Asimismo, el perfil sensorial de la pasta de Copoazú del tratamiento T100C, muestra

que desarrolló 6 familias de sabores, los cuales fueron: Dulce con las subfamilias Caramelo, Azúcar morena, Azúcar de caña, Miel de maple y Melasa; Granos/Cereales con las subfamilias Pan dulce, Granola y Malta; Nuez con las subfamilias Almendra y Pecana; Vegetal con la subfamilia Guisante; Frutal con las subfamilias Cítrico, Frutas secas y Toronja; y Chocolate con la subfamilia Chocolate de leche.

Tabla 02. Resultados de Pr (>F) del análisis de varianza de la evaluación sensorial para cada descriptor.

Descriptor Evaluado	Tipo de tostado	Parámetro evaluado		
		Temperatura	Tiempo	Temperatura-Tiempo
Olor y fragancia	0,301561	0,002847	0,659310	0,682460
Acidez	0,0302	0,8455	0,8455	0,8419
Dulzura	0,2815	0,0035	0,0591	0,0519
Sabor	0,3849	0,3219	0,2069	0,7148
Aroma	0,4027	0,0108	0,7206	0,6090
Astringencia	0,06528	0,04985	0,81545	0,94537
Amargor	0,195016	0,008407	0,496399	0,709230
Limpieza	0,051083	0,006912	0,397898	0,202373
Post gusto	0,06246	0,11736	0,77797	0,53586
Apariencia Global	0,12018	0,03573	0,43513	0,68112

Los resultados del análisis de varianza observados en la Tabla 2, evidenciaron que en la mayoría de descriptores evaluados, tiene alta relevancia la temperatura de tostado, así como también, en la acidez tiene relevancia el tipo de tostado. Para determinar la temperatura ideal de tostado en cada descriptor se realizó la prueba de comparación de medias de Tukey, cuyos resultados se muestran en la Tabla 3.

Tabla 3. Comparación de medias (Test Tukey $\alpha=0,05$) para cada descriptor influenciado por la temperatura de tostado.

Descriptor evaluado	Niveles de temperatura (°C)	Media
Olor y fragancia	100	6,6666
	130	6,8333
	150	4,0000
Dulzura	100	2,8333
	130	4,8333
	150	1,3333
Aroma	100	6,6666
	130	6,3333
	150	4,3333
Astringencia	100	9,0000
	130	7,6666
	150	6,3333
Amargor	100	6,5555
	130	3,0000
	150	3,6666
Limpieza	100	7,6666
	130	3,3333
	150	4,5000
Apariencia Global	100	6,5000
	130	3,8333
	150	4,5000

De acuerdo a los resultados mostrados en la Tabla 3, se observó que los atributos sensoriales de la pasta de copoazú tuvieron variación significativa por efecto de la temperatura de tostado del grano de copoazú, un tostado entre 100 °C a 130 °C llevo a obtener intensidades altas de los atributos sensoriales.

En cuanto al tipo de tostado que tuvo relevancia en el descriptor Acidez, se realizó también la prueba de comparación de medias de Tukey, cuyos resultados se muestran en la Tabla 4.

Tabla 4. Comparación de medias (Test Tukey $\alpha=0,05$) para el descriptor Acidez en relación al tipo de tostado

Descriptor evaluado	Tipo de Tostado	Media
Acidez	Tambor Rotatorio	9,111
	Estufa	7,889

Los resultados obtenidos demostraron que el tostado en tambor rotatorio presenta mayor influencia en la acidez del producto final.

En cuanto al tiempo de tostado no se observaron efectos significativos para ninguno de los niveles (20, 30 y 40 min).

4. Discusión

Se observó que los atributos sensoriales de la pasta de copoazú tuvieron variación significativa por efecto de la temperatura de tostado del grano de copoazú, un tostado entre 100 °C a 130 °C llevó a obtener intensidades altas de los atributos sensoriales, en cuanto al tiempo de tostado no mostro efecto significativo para ninguno de los niveles (20, 30 y 40 min). Los niveles de temperatura de tostado relevantes en las características sensoriales del producto final, son semejantes a los encontrados en el tostado de granos de cacao por Misnawi et al. (2004), observando que un tiempo de tostado adecuado estaba entre 15 a 45 min, este tiempo de tostado está dentro del rango estudiado en la presente investigación, lo que podría explicar de alguna manera el efecto no significativo observado.

En el presente estudio, se llegó a determinar que el tostado en tambor rotatorio a temperaturas entre 100 a 130 °C, permiten obtener una pasta de copoazu de buena calidad, con un perfil sensorial constituido por 6 familias de sabores (Dulce, Granos/Cereales, Nuez, Vegetal, Frutal y Chocolate) y 15 subfamilias de sabores (Caramelo, Azúcar morena, Azúcar de caña, Miel de maple, Melaza, Pan dulce, Granola, Malta, Almendra, Pecano, Guisante, Cítrico, Frutas secas, Toronja y Chocolate de leche). El parámetro de temperatura obtenido en la presente investigación es congruente a los resultados obtenidos en estudios similares como el de Cajo-Pinche & Díaz-Viteri (2022) y Criollo-Nuñez et al. (2023), en los cuales se encontraron temperaturas optimas de tostado de 130 °C y 115 °C respectivamente.

En cuanto al parámetro tiempo de tostado, evaluado en el presente estudio, no se encontraron relevancias notorias a los tres tiempos de ensayo, sin embargo, otras investigaciones si encontraron relevancia, por ejemplo, Cajo-Pinche & Díaz-Viteri (2022) identificaron un tiempo óptimo de tostado de 20 minutos similar al parámetro ideal obtenido por Criollo-Nuñez et al. (2023) de 25 minutos, ambas investigaciones registraron cifras cercanas a pesar de trabajar con frutos de diferente procedencia.

Asimismo, también se tiene de referencia los estudios de Cohen & Jackix (2005) y, el mismo que no presenta similares objetivos que el presente estudio, pero es importante porque en el procesamiento de semillas de copoazu realiza también la operación de tostado al mismo tiempo que el presente estudio pero a una temperatura de 150°C, esta diferencia de temperatura puede deberse a la reducción de tamaño realizada por el autor antes de tostar el grano.

Por otra parte, en el presente estudio se identificó una variabilidad de aromas y sabores más amplia que el estudio de Criollo-Nuñez et al. (2023) quien idéntico únicamente aromas frutales nuez y florales, esta diferencia puede deberse a la técnica empleada y a la diferencia de procedencia de la materia prima.

Asimismo, para establecer las condiciones tecnológicas del proceso de operación para los granos de copoazú, se consideraron procedimientos similares a los utilizados para el cacao según lo recomendado por Cucaita et al. (2014).

Se ha reportado que los atributos sensoriales del chocolate elaborado a partir de pasta de cacao son determinados por las variables del proceso y características inherentes a los granos (Hoskin, 1994), esto mismo puede explicar las características sensoriales observadas en los diferentes tratamientos del presente estudio. Las dos etapas consideradas como más importantes en el desarrollo de los precursores de sabor, son producidos durante la fermentación y principalmente en el tostado de acuerdo a lo planteado por Hoskin (1994), esto se ha podido observar en la presente investigación donde se empleó atributos sensoriales definidos para el cacao según APPCACA, estudiándose diferentes condiciones de tostado que conllevaron a obtener diferentes intensidades de los atributos sensoriales, tales metodologías son similares a las aplicadas en el estudio de Bonvehí (2005), en el cual se trabajó con cacao, evidenciando aún más la similitud en las técnicas y procedimientos aplicados en las dos especies.

5. Conclusiones

Según los resultados de la evaluación sensorial de la pasta de copoazú, elaborados de acuerdo con el diseño experimental del presente estudio, permitieron determinar que el tratamiento T100C, fue el mejor para elaborar pasta a partir de los granos de Copoazú. Esto fue determinado debido a que la pasta elaborada con las condiciones de este tratamiento obtuvo un puntaje total de 71 en la calidad sensorial, que fue superior al observado en los otros tratamientos. Este tratamiento emplea un tostado en tambor rotatorio a 100 °C y un tiempo de 40 minutos, que serían las condiciones de operaciones más adecuadas para obtener un producto final de buena calidad.

En cuanto a la determinación de la calidad de tostado en los dos sistemas fueron: tambor rotatorio a temperatura 100 °C a 40 minutos (obteniendo un puntaje de 71 en la evaluación sensorial), para el sistema de estufa el mejor tratamiento se obtuvo a temperatura de 130 °C a 20 minutos (obteniendo un puntaje de 70 en la evaluación sensorial).

Según la evaluación de las tres variables estudiadas, el sistema de tostado, temperatura y tiempo de tostado, en sus diferentes niveles, tuvieron influencia sobre el perfil de aromas y sabores de las pastas obtenidas en los diferentes tratamientos. El perfil de aromas y sabores de la pasta obtenido en las condiciones del tratamiento T100C, permitió desarrollar 6 familias y 15 subfamilias de sabores.

Conflicto de intereses

Los autores no presentan ningún conflicto de interés.

Contribución de autoría

Conceptualización: Flor de Liz Maceda Trigoso; Lara Elizabeth Dea Cahuana; Javier Eduardo Diaz Viteri

Metodología: Pedro Saul Montalván Apolaya; María Isabel Cajo Pinche; Luzbenia Analí Motta Machicado

Administración del proyecto: Felipe Bautista Ferro

Referencias bibliográficas

- Bonvehí, J. S. (2005). Investigation of aromatic compounds in roasted cocoa powder. *European Food Research and Technology*, 221(1), 19-29. <https://doi.org/10.1007/s00217-005-1147-y>
- Brand-Williams, W., Cuvelier, M. E., & Berset, C. (1995). Use of a free radical method to evaluate antioxidant activity. *LWT - Food Science and Technology*, 28(1), 25-30. [https://doi.org/10.1016/S0023-6438\(95\)80008-5](https://doi.org/10.1016/S0023-6438(95)80008-5)
- Cajo-Pinche, M., & Díaz-Viteri, J. (2022). Determinación de parámetros óptimos de tostado de semilla de copoazú (*Theobroma grandiflorum* Willd ex Spreng Schum) para la obtención de licor o pasta. *Revista Agrotecnológica Amazonica*, 2(1), Article 1. <https://doi.org/10.51252/raa.v2i1.265>
- Cohen, K. de O., & Jackix, M. de N. H. (2005a). Estudio do liquor de cupuaçu. *Food Science and Technology*, 25, 182-190. <https://doi.org/10.1590/S0101-20612005000100030>
- Criollo, J., Criollo, D., & Sandoval Aldana, A. P. (2010). Fermentación de la almendra de copoazú (*Theobroma grandiflorum* Willd. ex Spreng Schum.): Evaluación y optimización del proceso. *Ciencia y Tecnología Agropecuaria*, 11(2), 107-115. <https://dialnet.unirioja.es/servlet/articulo?codigo=5624732>
- Criollo, J., Sandoval Aldana, A., & mendez, jhon. (2021). Efecto de la dinámica de tostado sobre las propiedades del licor de copoazú (*Theobroma grandiflorum* Willd. Ex Spreng. Schum.). *Acta Agronómica*, 69. <https://doi.org/10.15446/acag.v69n4.87583>
- Criollo-Nuñez, J., Fonseca-Blanco, J. D., Lopez-Hernandez, M. D., Sandoval-Aldana, A. P., & Criollo-Cruz, D. (2022). Estudio comparativo de dos enzimas pectinolíticas en la licuefacción de la pulpa de copoazú (*Theobroma grandiflorum*) y extracción de fibra dietaria. *Ingeniería y competitividad*, 24(2). <https://doi.org/10.25100/iyc.v24i2.11586>
- Criollo-Nuñez, J., Sandoval-Aldana, A., & Mendez-Arteaga, J. (2023). Efecto de la dinámica de tostado sobre las propiedades del licor de copoazú (*Theobroma grandiflorum* Willd. Ex Spreng. Schum.).
- Cucaita, N. A., Hernández, M. S., & Gutiérrez, R. H. (2014). Comparison between chocolate and an analog product made from copoazú (*Theobroma grandiflorum*). *Acta Horticulturae*, 1047, 231-236. <https://doi.org/10.17660/ActaHortic.2014.1047.28>

- Fernández Sandoval, A. (2006). Procesamiento de semillas de copoazú: *Theobroma grandiflorum* Schum. Ministerio de Agricultura.
- Hoskin, J. C. (1994). Sensory properties of chocolate and their development. *The American Journal of Clinical Nutrition*, 60(6 Suppl), 1068S-1070S. <https://doi.org/10.1093/ajcn/60.6.1068S>
- Krysiak, W. (2006). Influence of roasting conditions on coloration of roasted cocoa beans. *Journal of Food Engineering*, 77(3), 449-453. <https://doi.org/10.1016/j.jfoodeng.2005.07.013>
- Misnawi, Jinap, S., Jamilah, B., & Nazamid, S. (2004). Sensory properties of cocoa liquor as affected by polyphenol concentration and duration of roasting. *Food Quality and Preference*, 15(5), 403-409. [https://doi.org/10.1016/S0950-3293\(03\)00097-1](https://doi.org/10.1016/S0950-3293(03)00097-1)
- Quirós, M. B. (2012). Análisis proximal de alimentos. *Serie Química*. <https://editorial.ucr.ac.cr/ciencias-naturales-y-exactas/item/1644-analisis-proximal-de-alimentos-serie-quimica.html>
- Singleton, V. L., Orthofer, R., & Lamuela-Raventós, R. M. (1999). Analysis of total phenols and other oxidation substrates and antioxidants by means of folin-ciocalteu reagent. En *Methods in Enzymology* (Vol. 299, pp. 152-178). Academic Press. [https://doi.org/10.1016/S0076-6879\(99\)99017-1](https://doi.org/10.1016/S0076-6879(99)99017-1)
- Venturieri, G. A., & Aguiar, J. P. L. (1988). Composição do chocolate caseiro de amêndoas de cupuaçu (*Theobroma grandiflorum* (Willd ex Spreng) Schum). *Acta Amazonica*, 18, 3-8. <https://doi.org/10.1590/1809-43921988182008>
- Villagra- Halanocca, J., Rojas-Corrales, A. V., Montalván-Apolaya, P. S., Llave-Cortez, D., Díaz-Viteri, J. E., & Chañi-Paucar, L. O. (2021). Tecnología de procesamiento de pasta de copoazú (*theobroma grandiflorum* willd. Ex spreng) en Madre de Dios: parámetros del proceso, índice de fermentación y capacidad antioxidante. *Avanços em ciência e tecnologia de alimentos*, 3(1), Article 1. <https://doi.org/10.37885/210102867>