



Efecto de la temperatura y tiempo de tostado en la aceptabilidad sensorial de pasta alimenticia de macambo (*Theobroma bicolor* Humb. & Bonpl.)

Effect of temperature and toasting time on the acceptability of macambo food paste (*Theobroma bicolor* Humb. & Bonpl.)

Violeta Quinteros^{1,*}; Anibal Quinteros¹; Julio Chumacero²; Publio Castro²

¹ Facultad de Ingeniería Agroindustrial, de la Universidad Nacional de San Martín, Tarapoto, San Martín, Perú

² Facultad de Agronomía, Universidad de Buenos Aires. Av. San Martín 4453, Buenos Aires, Argentina.

RESUMEN

La presente investigación tuvo como objetivo evaluar las condiciones de temperatura y tiempo de tostado en la producción de pasta alimenticia de macambo (*Theobroma bicolor* Humb. & Bonpl.), determinar el tratamiento que permiten obtener una mayor aceptabilidad sensorial de la pasta y caracterizarlo. Se utilizó el Diseño Completamente al Azar del tipo 3*3 con 3 repeticiones para evaluar temperaturas en un rango de 130 a 150 °C y un tiempo en el rango de 25 a 35 min. Los granos de macambo fermentados y secados pasaron por el proceso de tostado, descascarillado, molienda y conchado según las condiciones de temperatura y tiempo de cada experimento. Se realizó un análisis comparativo de las condiciones sensoriales de cada tratamiento mediante un análisis de varianza y prueba de Tukey. Los 3 mejores tratamientos fueron caracterizados fisicoquímicamente, obteniendo una composición química proximal en promedio: humedad (2,54%), proteína (19,20%), grasa bruta (56,30%), fibra cruda (5,15 %), Ceniza (3,13%), azúcares totales (0,74%) y polifenoles totales (2,14%).

Palabras clave: macambo; aceptabilidad sensorial; pasta alimenticia.

ABSTRACT

This research aims to evaluate the temperature conditions and roasted time in the production of macambo pasta (*Theobroma bicolor* Humb. & Bonpl.), determinate the treatment that allow to obtain a greater sensory acceptability of the pasta and characterize it. Was used the Completely Random Design of type 3 * 3 with 3 repetitions to evaluate temperatures in a range between 130 to 150 °C and a time range between 25 to 30 minutes. The fermented and dry macambo grains went through the process of roasting, peeling, grinding and conching according to the temperature and time conditions of each experiment. A comparative analysis of the sensory conditions for each treatment was performed through an analysis of variance and Tukey test. The 3 best treatments were characterized physicochemically having an average chemical composition proximal: Moisture (2.54%), protein (19.20%), fat (56.30%), fiber (5.15%), ash (3.13%), total sugars (0.74%) and polyphenols total (2.14%).

Keywords: macambo; sensory acceptability; food paste.

1. Introducción

En la actualidad el chocolate y sus derivados son unos de los alimentos más populares a nivel mundial debido a su valor nutricional y a sus excelentes características sensoriales (Hernández y Calderon, 2006). La creciente demanda de su materia prima, semilla de cacao (*Theobroma cacao* L.), provoca el constante aumento de los precios en

sus productos, incentivando la sofisticación de los métodos de producción y la búsqueda de sustitutos similares que pertenezcan al género *Theobroma* (Arriaga, 2007). Una de las especies con alto potencial para incursionar en la industria del chocolate es el *Theobroma. bicolor*, conocida en algunos lugares como macambo, pataxte o cacao cimarrón (Gálvez et al., 2016), la especie está distribuida en la cuenca amazónica en Bolivia,

Brasil, Colombia, Ecuador y Perú. Su fruto es una cápsula voluminosa, de forma elipsoidal, de unos 25 a 35 cm. de largo por 12 a 15 cm. de ancho y 1,2 cm. de espesor. En promedio cada fruto contiene 40 semillas de 16-30 mm de largo, 14-25 mm de ancho y 8-13 mm de espesor, cubiertas por un arilo fibroso, succulento, de color entre crema y amarillo (Bressani y Furlan, 1997).

Su consumo y comercialización se da en las regiones amazónicas de Perú como Junín, Loreto, Ucayali y San Martín, donde la pulpa se comercializa crudo o al natural y como ingrediente para la fabricación de bebidas refrescantes y helados; y las semillas se consumen cocidas a la brasa (González y Torres, 2010).

Estudios previos manifiestan que el macambo tiene un alto potencial como materia prima en la industria de chocolate (Hernández y Calderón, 2006). Sin embargo, la caracterización de este fruto no ha sido descrita en su totalidad y menos en una etapa de beneficio y comportamiento de industrialización para la elaboración de algún producto agroindustrial.

Por ello que la importancia de este estudio radica en su caracterización durante todo el proceso de elaboración de pasta a partir de esta materia prima (macambo) y permitir establecer parámetros tecnológicos para el tostado de las semillas de macambo que permitan producir pasta de alimenticia como fuente nutricional y alternativa de sustituto a la pasta de cacao, además de incentivar su industrialización y constituir una contribución fundamental para el aprovechamiento sostenible de los recursos naturales del bosque húmedo tropical.

2. Material y métodos

Materia prima

Se utilizaron frutos de plantaciones ubicadas en el Centro Poblado Menor Estancia, distrito de Tabalosos, Provincia de Lamas y Departamento de San Martín.

Elaboración de pasta alimenticia

Se realizó una selección manual de los frutos a utilizar, separando las mazorcas maduras y sanas de las mazorcas sobremaduras o enfermas (Figura 1). Para extraer las semillas de macambo se partió las mazorcas con ayuda de un machete sin filo y posteriormente se realizó el despulpado de forma manual. Las semillas despulpadas se sometieron a una fermentación controlada, en una estufa, entre 45 y 50 °C por 7 días, con remociones cada 24 horas. Después de obtener los granos fermentados se realizó un secado de manera natural por 7 días, los dos primeros días se secó al sol por 4 horas durante la mañana y los 5 días restantes se secó al

sol durante 8 horas hasta obtener una humedad de 7% aproximadamente.

Las semillas fermentadas y secadas fueron seleccionadas y separadas de los granos defectuosos: granos picados, granos no fermentados, mucílagos secos desprendidos, granos partidos, etc., los granos seleccionados fueron colocados en bolsas de polietileno de alta densidad para evitar que gane humedad para su posterior almacenamiento. Las etapas anteriores aseguran que los granos de macambo en óptimas condiciones para la obtención de pasta de macambo.



Figura 1. Frutos de macambo.

A continuación, se desarrolló la etapa de tostado, para ello, los granos de macambo secos y fermentados se colocaron en una estufa entre los 130 y 150 °C y con un tiempo que oscila entre 25 y 35 minutos según el tratamiento correspondiente; esta operación permite amplificar la interacción compleja entre los precursores del sabor y el aroma. Finalizado el tostado, se procedió con el descascarillado utilizando un equipo rompedor de grano que por fuerza centrífuga tira los granos contra placas metálicas (martillos) fijadas en la pared del cilindro donde se rompen y posteriormente cae sobre una zaranda inclinada con vibración con tamices de diferente abertura (0,04 mm, 0,06 mm, 0,08 mm, y 0,1 mm) y por medio de un flujo de aire es separada la cascara del macambo quebrado y los nibs de macambo.

Los nibs fueron triturados con un molino eléctrico IKA A tt basic hasta obtener una pasta grosera con tamaño de partículas inferior a 40 µm. Inmediatamente después de la operación anterior, la pasta de macambo se conchó a 50 °C durante 1 hora, eliminando los sabores indeseables y continuar con los sabores agradables. Finalmente se realizó el atemperado en 4 etapas: En la primera, la pasta estuvo a más de 41 °C para estar completamente libre de cristales. En la segunda

etapa, se enfrió suavemente la pasta hasta los 33 °C para iniciar las primeras etapas de formación de cristales. Posteriormente, se realizó un enfriamiento gradual hasta los 28 °C, para inducir a la formación homogénea de cristales. El tiempo de retención mínimo en esta etapa 10 a 12 minutos. Por último, en la cuarta etapa, se incrementa un poco la temperatura alrededor de 4 grados para que se formen los cristales maduros ya en esta etapa, la pasta tiene una estructura fina con pequeños cristales y solidificará rápidamente en el envasado (Figura 2).



Figura 2. Pasta de macambo.

Análisis fisicoquímico y proximal

En las semillas fermentadas y secadas se determinaron parámetros fisicoquímicos y proximales como: humedad, proteína, grado de fermentación, grasa bruta, fermentación, grasa bruta, fibra cruda, ceniza, azúcares totales y polifenoles totales. Asimismo, al tratamiento con mejor aceptabilidad fue caracterizado en sus principales propiedades fisicoquímicas e índices característicos.

Análisis sensorial

La evaluación sensorial (color, olor, sabor y textura) se realizó en la pasta alimenticia de macambo (*Theobroma bicolor*) como producto final. Para ello se utilizó panelistas semi-entrenados. Este análisis se basó en una escala hedónica de 9 puntos (donde 1 es no me gusta y 9 es me gusta mucho). Las muestras se presentaron en recipientes plásticos libre de olores y bajo las mismas condiciones para todos los jueces. Las pruebas de preferencia se realizaron en dos etapas, en la primera etapa se seleccionaron las tres muestras que obtuvieron mayor puntuación en cuanto a los atributos de olor, color, sabor y textura. Posteriormente se eligió el mejor tratamiento en función a un test de perfil de sabores.

Análisis estadístico

Se utilizó un Diseño Completamente al Azar (DCA) con 2 factores y 3 tratamientos cada uno, con tres

repeticiones, donde los resultados obtenidos fueron evaluados mediante el análisis normal de varianza (ANOVA) y prueba Tukey con el fin de establecer diferencias estadísticas significativas ($p < 0,05$) entre los tratamientos.

3. Resultados y discusión

Caracterización de las semillas de macambo fermentadas y secas

En la Tabla 1 se muestra las características de las semillas de macambo. De acuerdo a los resultados obtenidos se puede observar que los valores obtenidos de humedad (7,09 %), grasa (51,14 %), proteína (51,14 %) y ceniza (3,08 %) son mayores a los valores referenciales de cacao (*Theobroma cacao*) mencionados en Lares et al. (2012).

Tabla 1

Determinaciones fisicoquímicas a muestras representativas de semillas de macambo fermentadas y secas

Características	Cantidad	Unidades
Humedad	7,09	%
Proteína	16,80	%
Grasa bruta	51,14	%
Fibra cruda	12,60	%
Ceniza	3,08	%
Azúcares totales	0,60	%
Polifenoles totales	3,45	%

El contenido de humedad en las muestras se encuentra dentro de los valores catalogado como seguro, entre 7 y 8 % para detener el proceso fermentativo al eliminar la disponibilidad de agua en el grano (Caballero, 2015). El contenido de humedad disminuyó en un 41 % por efecto del secado.

Análisis sensorial

Los resultados del análisis organoléptico realizado en las diferentes pastas alimenticias obtenidas por los tratamientos se plasman en la Tabla 2.

Tabla 2

Resultados de las evaluaciones realizadas a las pastas alimenticias de cada tratamiento

N° Trat.	T° (°C)	t (min)	Olor	Color	Sabor
T1	130	25	5,3	5,7	5,7
T2	130	30	5,3	5,1	5,6
T3	130	35	5,3	5,8	5,9
T4	140	25	5,8	5,7	5,5
T5	140	30	5,5	5,1	5,3
T6	140	35	6,1	5,5	6,0
T7	150	25	5,6	5,1	5,3

T8	150	30	5,3	5,0	5,9
T9	150	35	5,1	5,0	5,4

Para determinar los efectos causados por la temperatura y tiempo en los diferentes atributos estudiados y demostrar que atributos no dependen de un determinado factor, se realizaron los ANOVAs y pruebas de Tukey correspondiente (Vicéns et al., 2005).

En la **Tabla 3** se muestra los análisis de varianza con respecto a los atributos olor, color, sabor y textura con un nivel de confianza de 0,95 obtenidos mediante el programa Infostat versión 2015.

De la **Tabla 3** con respecto al atributo olor, la contribución de cada factor es estadísticamente significativa al tener valores-P menores que 0,05 y un R^2_{ajus} de 0,80; demostrando que existe un alto grado de relación y correlación entre los tratamientos estudiados, teniendo como coeficiente de variabilidad (CV) el 2,68%.

Tabla 3
Análisis de Varianza para los atributos sensoriales

Fuente	S. C.	GL	Cuadrado Medio	Razón-F	Valor-P
Olor					
A: temp.	1,22889	2	0,61444	28,6	< 0,01
B: tiempo	0,24667	2	0,12333	5,74	0,011
AB	0,89778	4	0,22444	10,45	< 0,01
Residuos	0,38667	18	0,02148		
Total	2,76	26			
Color					
A: temp.	0,73185	2	0,36593	22,45	< 0,01
B: tiempo	0,64296	2	0,32148	19,73	< 0,01
AB	0,53926	4	0,13482	8,27	0,001
Residuos	0,29333	18	0,01630		
Total	2,20741	26			
Sabor					
A: temp.	0,30519	2	0,15259	5,35	0,015
B: tiempo	0,35185	2	0,17593	6,17	0,009
AB	0,90593	4	0,22648	7,94	0,001
Residuos	0,51333	18	0,02852		
Total	2,07630	26			
Textura					
A: temp.	0,18296	2	0,09148	3,01	0,074
B: tiempo	0,04741	2	0,02370	0,78	0,473
AB	0,25926	4	0,06481	2,13	0,118
Residuos	0,54667	18	0,03037		
Total	1,03630	26			

Los resultados obtenidos de la prueba de Tukey revelaron que existe diferencias estadísticas significativas entre tratamientos, donde el T6 (temperatura 140 °C y tiempo de 35 minutos de tostado) con valor de media 6,10 y el T4 (temperatura 140 °C y tiempo de 25 minutos de tostado) con valor de media 5,83; ambos con similitud estadística entre sí; así mismo el T4 no difiere estadísticamente con los tratamientos T7 (150 °C y 25 minutos), T5 (140 °C y 30 minutos), T1 (130 °C y 25 minutos), T2 (130 °C y 30 minutos), T8 (150 °C y 30 minutos), quienes presentan igualdad estadística, el T9 (150 °C y 35 minutos) con media 5,13 fue el tratamiento que obtuvo el menor valor juntamente con el T3 (130 °C y 35 minutos) con media 5,20 quienes no difieren estadísticamente entre sí.

En el caso del ANOVA para los atributos color y sabor, al igual que en el olor, los tratamientos presentan diferencias significativas entre tratamientos con un nivel de significancia de valores-P menores de 0,05, con R^2_{ajus} 0,81 para el color de y con R^2_{ajus} 0,75 para el sabor. Asimismo, los coeficientes con un coeficiente de variabilidad (CV) para ambos casos fueron de 2,39% y 3,00 % respectivamente. Por último, para el atributo textura; puesto que ningún valor-P es menor que 0,05; ninguno de los factores ó interacciones tiene un efecto estadísticamente significativo sobre la textura con un 95 % de nivel de confianza.

La prueba de Tukey para el atributo color, indicó que existen diferencias estadísticas significativas entre tratamientos, donde el T3 con valor de media 5,80, de temperatura 130 °C y tiempo de 35 minutos de tostado es el que obtuvo el mayor valor en el atributo sabor, siendo éste catalogado como mejor tratamiento. Los tratamientos T1 (130 °C y 25 minutos) con media 5,67 y T4 (140 °C y 25 minutos) con media 5,67 tienen similitud estadística entre sí, a su vez tienen similitud estadística con el T3, el tratamiento con menor valor fue el T2 (130 °C y 30 minutos) con media 5,13 quien presenta igualdad estadística con T8 (150 °C y 30 minutos), T9 (150 °C y 35 minutos), T7 (150 °C y 25 minutos), y T5 (140 °C y 30 minutos).

La prueba de Tukey para el atributo sabor, nos indicó que existe diferencias estadísticas significativas entre tratamientos, donde el T6 con valor de media 6,03, de temperatura 140 °C y tiempo de 35 minutos de tostado es el que obtuvo el mayor valor en el atributo sabor, siendo éste catalogado como mejor tratamiento seguido de los tratamientos T8 (150 °C y 30 minutos), T3 (130 °C y 35 minutos), T1 (130 °C y 25 minutos), T2 (130 °C y 30 minutos), y T4 (140 °C y 25 minutos), con igualdad

estadísticas entre sí, estos a su vez no difieren estadísticamente con los tratamientos T9 (150 °C y 35 minutos), T5 (140 °C y 30 minutos), Y T7 (150 °C y 25 minutos), este último con el menor valor de media 5,30.

Según los resultados obtenidos, el tratamiento que tuvo mayor aceptabilidad general por los panelistas fue el T6, el cual tuvo una temperatura de 140 °C y un tiempo de 35 min en el tostado de las semillas de macambo. Asimismo, al interpretar los resultados de la aceptabilidad general en la pasta de macambo se observó que guardan relación con lo expuesto por Díaz et al. (2011), que manifestó que en el caso del cacao (*Theobroma cacao*) la aceptación general de la pasta alimenticia predomina a temperaturas de 140 °C. Debido a que a mayores temperaturas de tostado aumentan los atributos sensoriales de la pasta por una elevada producción de pirazinas (Nazaruddin et al., 2005). Las pirazinas son excepcionalmente importantes para el sabor característico del chocolate (Beckett, 2011).

La pasta alimenticia del Tratamiento T6 tuvo una humedad de 2,54 % y cenizas de 3,13%. Asimismo, en cuanto a la composición de la pasta el 19,2 % de proteínas, fibra de 5,15 % de fibra cruda, 56,3 % de grasa, 0,74 % de azúcares totales y 2,14 % de polifenoles totales. Valores similares a los mencionados en la NTE-INEN 623.2011 donde la grasa se debe encontrar entre 54 y 56%; fibra cruda max. 4,7 %; el contenido de humedad debe ser max. 3%; cenizas totales max. 7%.

Para estudios posteriores se recomienda realizar variedad de métodos de fermentación ya que las semillas del fruto se encuentran cubiertas de gran cantidad de pulpa lo que imposibilita un poco la fermentación además de la testa que es más gruesa a la del cacao que hace que la temperatura ingrese rápidamente al centro del grano y mate el embrión que evita una germinación. Asimismo, se recomienda realizar las investigaciones de los diversos análisis proximales, donde se puedan exponer la gran variedad de características notables que posee el *Theobroma bicolor* como fuente nutricional y como alternativa de sustituto y/o complemento en ciertos productos alimenticios, que permitirán generar las posibilidades de industrialización.

4. Conclusiones

La producción de pasta alimenticia de macambo (*Theobroma bicolor* H.& B.) con un tratamiento de tostado a temperatura de 140 °C y tiempo de 35 minutos producen una pasta de macambo con humedad de 2,54%; proteína 19,20%; grasa bruta 56,30%; fibra cruda de 5,15%; ceniza de 3,13%; azúcares totales 0,740 y Polifenoles totales 2,142.

Referencias bibliográficas

- Arriaga, L. 2007. Contenido de Ácidos Grasos de la manteca proveniente de mezclas, en distintas fracciones, de semillas de *Theobroma cacao* y *Theobroma bicolor* y su uso en la manufactura de chocolate. Tesis, Tecnología del procesado de los alimentos. Facultad de Ciencias Químicas y Farmacia. Universidad de San Carlos de Guatemala.
- Beckett, S. 2011. Industrial Chocolate Manufacture and Use, Blackwell Publishing 4th Edition.
- Bressani, R.; Furlan, A. 1997. Chemical characterization of the seed and pulp of *Theobroma bicolor*. Coffee & Cocoa News 2: 17-22.
- Caballero, J. 2015. Diseño de una secadora de cacao para almacenaje con capacidad de 2 t/día. Tesis para título de Licenciado en Ingeniería Mecánica, Facultad de Ciencias e Ingeniería. Pontificia Universidad Católica del Perú.
- Díaz, L.; Pinoargote, M.; Castillo, P. 2011. Análisis de las Características Organolépticas del Chocolate a partir de Cacao CCN51 Tratado Enzimáticamente y Tostado a Diferentes Temperaturas. Facultad de Ingeniería Mecánica y Ciencias de la Producción Escuela Superior Politécnica del Litoral (ESPOL). Disponible en: <https://core.ac.uk/download/pdf/12414316.pdf>.
- Gálvez, L.; Reyes, A.; Avendaño, C.; Hernández, E.; Mendoza, A.; Díaz, V. 2016. Pataxte (*Theobroma bicolor* Humb. & Bonpl.): especie subutilizada en México. Agroproductividad 9(1): 41-47.
- González, A.; Torres, G. 2010. Manual de Cultivo de Macambo. Instituto de Investigaciones de la Amazonia Peruana – IIAP. Disponible en: http://repositorio.iiap.org.pe/bitstream/IIAP/97/2/Torres_Libro_2010.pdf.
- Hernández, A.; Calderon, S. 2006. Obtención de una cobertura de chocolate a partir de cacao silvestres, copozú (*Theobroma grandiflorum*), y maraco (*Theobroma bicolor*), de la Amazonia. Facultad de Ingeniería de alimentos. Universidad de la Salle. Bogotá. Colombia.
- Lares, M.; Gutiérrez, R.; Pérez, E.; Álvarez, C. 2012. Efecto del tostado sobre las propiedades físicas, fisicoquímicas, composición proximal y perfil de ácidos grasos de la manteca de granos de cacao del estado Miranda, Venezuela. UDO Agrícola 12: 439-446.
- Nazaruddin, R.; Osman, H.; Mamot, H.; Wahid, S.; Nor, A. 2006. Influence of roasting conditions on volatile flavor of roasted Malaysian cocoa beans. Journal of Food Processing and Preservation 30(3): 280-298.
- Vicéns, J.; Herrarte, A.; Medina, E. 2005. Análisis de la varianza (ANOVA). Universidad Autónoma de Madrid. España. 14 pp.