

Ciencia Latina Revista Científica Multidisciplinar, Ciudad de México, México.
ISSN 2707-2207 / ISSN 2707-2215 (en línea), marzo-abril 2025,
Volumen 9, Número 2.

https://doi.org/10.37811/cl_rcm.v9i2

EVALUACIÓN DEL PROCESO FERMENTATIVO TRADICIONAL DEL THEOBROMA BICOLOR EN TEOTITLÁN DEL VALLE, OAXACA, MÉXICO

**EVALUATION OF THE TRADITIONAL FERMENTATION
PROCESS OF THEOBROMA BICOLOR IN TEOTITLÁN DEL
VALLE, OAXACA, MEXICO**

Aurora Chavez Montaña
Tecnológico Nacional de México

Diana Matías Pérez
Tecnológico Nacional de México

Iván García Montalvo
Tecnológico Nacional de México

Marco Antonio Sánchez Medina
Tecnológico Nacional de México

Emilio Hernández Bautista
Tecnológico Nacional de México

Evaluación del Proceso Fermentativo Tradicional del *Theobroma Bicolor* en Teotitlán del Valle, Oaxaca, México

Aurora Chavez Montaña¹

aurorachavezmontano@gmail.com

<https://orcid.org/0009-0002-9666-9448>

Tecnológico Nacional de México
Instituto Tecnológico de Oaxaca
División de Estudios de Posgrado e
Investigación Doctorado en Ciencias en
Desarrollo Regional y Tecnológico
México

Diana Matías Pérez

diana.matias@itoaxaca.edu.mx

<https://orcid.org/0000-0002-6592-9342>

Tecnológico Nacional de México
Instituto Tecnológico de Oaxaca
División de Estudios de Posgrado e
Investigación, Doctorado en Ciencias en
Desarrollo Regional y Tecnológico
México

Iván García Montalvo

ivan.garcia@itoaxaca.edu.mx

<https://orcid.org/0000-0003-4993-9249>

Tecnológico Nacional de México
Instituto Tecnológico de Oaxaca
División de Estudios de Posgrado e
Investigación Doctorado en Ciencias en
Desarrollo Regional y Tecnológico
México

Marco Antonio Sánchez Medina

mmedinaito@gmail.com

<https://orcid.org/0000-0002-1411-5955>

Tecnológico Nacional de México
Instituto Tecnológico de Oaxaca
División de Estudios de Posgrado e
Investigación, Doctorado en Ciencias en
Desarrollo Regional y Tecnológico
México

Emilio Hernández Bautista

emilio.hb@oaxaca.tecnm.mx

<https://orcid.org/0000-0001-8893-7647>

Tecnológico Nacional de México
Instituto Tecnológico de Oaxaca
División de Estudios de Posgrado e
Investigación Doctorado en Ciencias en
Desarrollo Regional y Tecnológico
México

RESUMEN

En México y en las diversas regiones del país, las semillas de *Theobroma bicolor* (*T. bicolor*) han sido utilizadas como materia prima para la elaboración de productos tradicionales y agroindustriales, entre los cuales se destacan los chocolates y derivados, bebidas tradicionales como el: Búpu, Tlaxcalate, Popo y Chocolate atole, sin embargo, por la falta de información sobre el procesamiento tradicional de esta especie de *Theobroma*, fue necesario evaluar el proceso fermentativo tradicional del *T. bicolor* en Teotitlán del Valle, Oaxaca, México, para lo cual se realizó un análisis químico proximal en las semillas de *T. bicolor* (crudo y fermentado) y análisis microbiológico durante el proceso fermentativo. Donde el análisis químico proximal identificó la presencia de lípidos con un $62.9 \pm 2.6\%$ después de proceso fermentativo, además se observó el crecimiento de bacterias ácido lácticas hasta un 8 Log UFC/g mientras que, para las bacterias ácido acéticas se obtuvo 6.1 Log UFC/g y para las levaduras 4.5 Log UFC/g. El proceso fermentativo tradicional permitió desarrollar cambios positivos, favoreciendo en el aroma, color, sabor y textura en las semillas de *T. bicolor* y con alto potencial para agroindustria además de sus posibles usos y aplicaciones en los dulces y bebidas tradicionales.

Palabras clave: fermentación, *theobroma bicolor*, análisis microbiológico

¹ Autor principal

Correspondencia: aurorachavezmontano@gmail.com

Evaluation of the Traditional Fermentation Process of *Theobroma Bicolor* in Teotitlán del Valle, Oaxaca, Mexico

ABSTRACT

In Mexico and various regions of the country, the seeds of *Theobroma bicolor* (*T. bicolor*) have been used as raw material for the production of traditional and agroindustrial products, among which are chocolates and derivatives, traditional drinks such as Búpu, Tlaxcalate, Popo, and Chocolate atole, however, due to the lack of information on the conventional processing of this species of *Theobroma*, it was necessary to evaluate the traditional fermentation process of *T. bicolor* in Teotitlán del Valle, Oaxaca, Mexico. Bicolor in Teotitlán del Valle, Oaxaca, Mexico, for which a proximal chemical analysis was performed on *T. bicolor* seeds (raw and fermented) and microbiological analysis during fermentation. The proximal chemical analysis showed the presence of lipids with $62.9 \pm 2.6\%$ after the fermentation process; in addition, the growth of lactic acid bacteria was identified up to 8 Log CFU/g, while for acetic acid bacteria, 6.1 Log CFU/g and for yeasts 4.5 Log CFU/g were obtained. The traditional fermentation process allowed the development of positive changes, favoring the aroma, color, flavor, and texture in the seeds of *T. bicolor* and with high potential for agroindustry in addition to its possible uses and applications in sweets and traditional beverages.

Keywords: fermentation, theobroma bicolor, microbiological analysis

Artículo recibido 05 abril 2025

Aceptado para publicación: 28 abril 2025



INTRODUCCIÓN

El *Theobroma bicolor* o pataxte es una de las 22 especies del género *Theobroma*, los árboles de *Theobroma bicolor* (*T. bicolor*) llegan a crecer hasta 14 m de altura, son endémicos de las regiones del Centro y Sudamérica. Crece en terrenos desde el nivel del mar, hasta los 1000 m, con una temperatura de desarrollo de 25 a 28 °C, con precipitaciones medias anuales de 900 mm a 3000 mm y se adapta a suelos con baja fertilidad (Tinajero-Carrizales et al., 2021; Goicochea Trauco et al., 2021).

Los frutos de *T. bicolor* son los más grandes del género *Theobroma*, miden entre 25 a 35 cm de largo y de ancho pueden llegar de 12 a 15 cm, su peso oscila entre 0.5 a 3.0 kg, por árbol se producen entre 14 a 40 frutos por cosecha (Quinteros et al., 2018), en su estado de maduración son de color marrón amarillento, su cáscara es leñosa y dura, estos frutos se producen dos veces al año.

En algunas regiones de México como el estado de Oaxaca, las semillas de *T. bicolor* tienen importancia por su uso en bebidas tradicionales como el atole, pazol, popo, y en preparaciones de dulces como el mazapán, turrón malvavisco y es parte de los ingredientes para chocolate de calidad inferior entre las cuales se destaca por su mezcla con maíz y *Theobroma cacao* (Mar et al., 2024; Ángel Parada-Berrios et al., 2019).

Los frutos de *T. bicolor* están compuestos por 62.5% de cáscara, 23.8% de pulpa y 13.7% de las semillas. Las semillas se componen principalmente de 50.4% de lípidos, 35.0% de carbohidratos, 21.3% de proteínas pueden tener humedad hasta de un 4.3%, con 11.6% fibra y 3.5% de cenizas además de estas macromoléculas, las semillas también contienen compuestos bioactivos como polifenoles, los cuales han presentado una alta actividad antioxidante proveniente de los polifenoles; catequina, antocianinas, las cuales tienen propiedades terapéuticas como la prevención de enfermedades en el endotelio vascular, regulan la producción de óxido nítrico y participan en las vías de señalización de las células polimorfonucleares, los glóbulos blancos involucrados en la inflamación y las lesiones. (Zimmermann y Ellinger 2020)., otros de los componentes bioactivos son las procianidinas, fenoles, flavonoides (Torres et al., 2002; Tee et al., 2022), los cuales por su potencial citotóxico y actividad antioxidante mejorar el efecto en la función cognitiva, cardioprotector y antiplaquetario, inmunorreguladores, sobre las células endoteliales protegiéndolo del estrés oxidativo (Socci et al., 2017; Barrera-Reyes et al., 2020).



Actualmente el *T. bicolor* se ha empleado en la industria alimentaria para elaboración de chocolates, alimentos y bebidas tradicionales, sin embargo, todavía son pocos los estudios sobre diversidad del procesamiento de las semillas, por lo que el objetivo de esta investigación es evaluar el proceso fermentativo tradicional del *Theobroma bicolor* en Teotitlán del Valle, Oaxaca, para establecer parámetros tecnológicos del proceso de fermentado.

MATERIALES Y METODOS

Selección de la muestra

Se seleccionó 1kg de semillas de *T. bicolor* libre de daño físico por insectos y materia extraña que contuvieran menor al 5% de humedad, para que pueda iniciar el proceso de fermentación.

Proceso de fermentación

El proceso de fermentación se inició hidratando las semillas de *T. bicolor* con 1.5 L de agua y se dejó reposar por 12 horas. Al mismo tiempo se diseñó un horno de suelo con un tamaño de 0.20 m x 0.30 m, en el interior del horno se colocaron costales de yute con poros para drenar el agua. Posteriormente las semillas hidratadas de *T. bicolor* fueron colocadas en el horno y cubiertas con costales de yute, pasando 24 h se añadieron 1.5 L de agua diariamente por un mes. Las semillas de *T. bicolor* fueron removidas y lavadas con 5 L de agua para liberar olores desagradables, este procedimiento se realizó una vez al mes durante los 6 meses del fermentado. Al concluir este tiempo de fermentación se realizaron 6 lavados con (5 L de H₂O/ lavado), posteriormente se seleccionaron las semillas enteras y en buen estado. Finalmente se realizó un secado bajo sombra a 30 °C durante 7 días.

Análisis químico proximal de la muestra

Las muestras por separado de *T. bicolor* (crudo y fermentado) se molieron y tamizaron por una malla mesh con una apertura de 500 µm, para la determinación de humedad, cenizas, proteínas, grasas, fibra y la cantidad de carbohidratos se obtuvo por diferencia, según los métodos de la *Official Methods of Analysis of International* (AOAC, 2000). Las determinaciones se realizaron por triplicado utilizando 2 gramos de muestra.

Análisis de microbiológico de *Theobroma bicolor* durante la fermentación.

Para el recuento de microorganismos durante el proceso de fermentación, se empleó 1 g de la semilla de *T. bicolor* sin cáscara en 9 mL de agua peptonada al 0.1% (v/v) (Merck, EEUU).



La semilla fue molida, homogeneizada y diluida en serie hasta 10^{-6} . La muestra fue inoculada por la técnica de plaqueado en el agar dextrosa y papa para el conteo de levaduras se incubaron a 29 °C por 5 días, para el conteo de las bacterias ácido lácticas se utilizó el agar De Man Rogosa Sharpe (MRS), se incubó a 37 °C por 48 h y para bacterias acéticas se utilizó el Agar CAAR modificado (CAAR) (expresado como g/L: glucosa, 3; CaCO_3 , 10; azul de bromotimol, 0,04; extracto de levadura, 10; agar, 20 y etanol 17,5 ml/L) de acuerdo con la preparación de Romero-Cortes et al., 2012, se llevó a la incubación por 37 °C por 24 h. Posteriormente se realizó el conteo de colonias con el contador de colonias de la marca QUEBEC.

Análisis de datos.

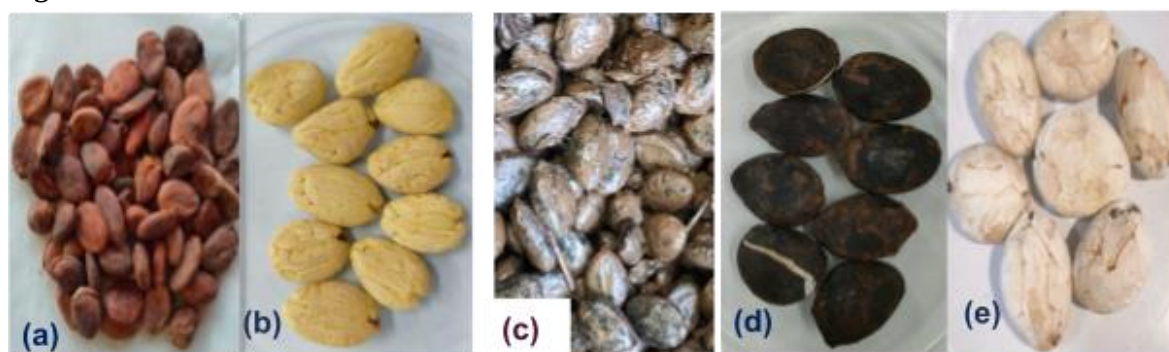
Los datos obtenidos fueron analizados por un análisis de varianza (ANOVA) en Minitab version 17 y una prueba de comparación de medias Tukey y un nivel de confianza de $\alpha=0.05$.

RESULTADOS

Fermentación de las semillas de *T. bicolor*.

La semilla del *T. bicolor* crudo inicialmente presentó una cáscara de color café y una almendra con el interior de color crema amarillento (Figura 1), sin embargo, después de los tres meses del fermentado se observaron cambios en la coloración de la cáscara a un gris oscuro junto con la aparición de olores desagradables y finalizado los 6 meses del fermentado se obtuvieron semillas de con cáscara de color negro y con una almendra de color blanco con textura almidonado.

Figura 1. Proceso de fermentación



a) *T. bicolor* crudo con cáscara, b) *T. bicolor* crudo sin cáscara, c) *T. bicolor* durante el proceso de fermentado, d) *T. bicolor* fermentado con cáscara, e) *T. bicolor* seco fermentado sin cáscara

Análisis químico proximal de las semillas de *T. bicolor*.

En el análisis químico proximal de las semillas de *T. bicolor* sin fermentar, se observaron valores de humedad inicial del 5%, posteriormente a la fermentación y secado la humedad disminuyó a 2.8%, con estos valores, se logró la conservación y almacenamiento de las semillas sin crecimiento de microorganismos y con las condiciones limitadas para las reacciones de oxidación de los lípidos, por otra parte, las proteínas que presentó el *T. bicolor* inicialmente fue del 17.5%, y posterior al proceso de fermentación solo quedando 3.9%, lo cual se puede atribuir a una degradación de las macromoléculas, mientras que, para los lípidos inicialmente se observó un 47.2% y después de la fermentación se incrementó hasta el 62.8%.

Tabla 1. Composición química de las semillas de *T. bicolor*

	Humedad	Cenizas	Proteína	Lípidos	Fibra	Carbohidratos
T. bicolor crudo	5.05±0.04BC	2.97±0.41B	17.50±1.10A	47.22±0.13B	24.21±0.72	3.05
T. bicolor fermentado	2.88±1.27C	6.0±0.40A	3.92±0.21C	62.89±2.64A	2.05±0.48B	22.26

Los valores son el promedio de tres repeticiones con $\pm$ su desviación estándar con diferencias significativas ($p < 0.05$).

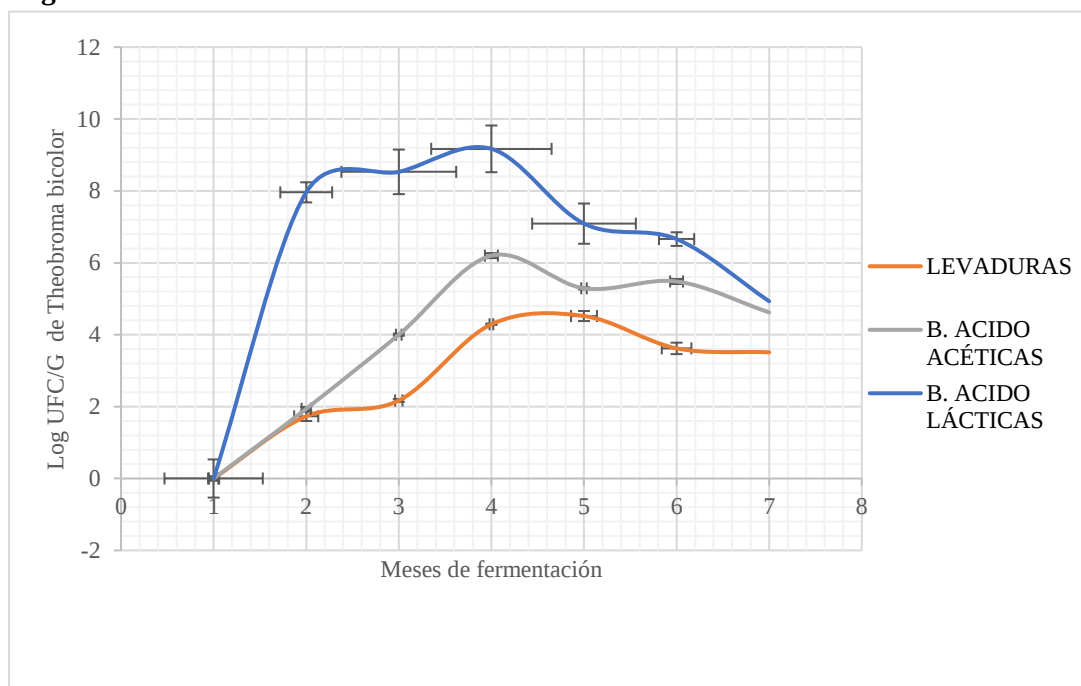
* Los Azucares fueron cálculos por diferencia

Análisis microbiológico de las semillas de *T. bicolor* durante el proceso de fermentación

Otro análisis realizado el proceso de fermentación fue el análisis microbiológico, identificando levaduras, bacterias ácido acéticas y bacterias ácido lácticas, siendo las bacterias ácidos lácticas los principales microorganismos que crecieron durante el fermentado, observándose que desde el segundo mes se presentó un crecimiento de bacterias ácido lácticas de 8 Log UFC/g mientras que, en el cuarto mes aumentó hasta un 8.6 Log UFC/g, sin embargo, para el sexto mes se observó una disminución en el crecimiento quedado solo 6.6 Log UFC/g, lo cual podría deberse a la acidez producida durante esta última etapa de la fermentación de las semillas de *T. bicolor*.



Figura 2. Cinética de fermentación de las semillas de *Theobroma bicolor*.



DISCUSIÓN

El proceso de la fermentación de *T. bicolor* es uno de los procesos cruciales para el desarrollo de aroma, sabor color y textura de las semillas, por lo que, la manipulación y control de las condiciones del fermentado artesanal establecerán los diferentes usos en la elaboración de alimentos y bebidas tradicionales.

En diversas investigaciones se ha detallado el proceso de fermentado de las semillas de cacao realizado en cajas de madera, sacos de yute, estos métodos son apropiados para tener una buena aeración de manera inmediata (Alvarado-Vásquez et al., 2024; Washington & Frank, 2023; Lim 2012), mientras que en nuestra investigación el proceso de fermentado artesanal se realizó en pozo de tierra que tienen una duración de al menos 6 meses lo cual permitió el desarrollo de las principales características de la semilla de *T. bicolor*, generando nuevos aromas, sabores pero principalmente el cambio de color que permite emplear estas semillas en la elaboración de diversos alimentos artesanales.

Dentro de nuestra investigación, una de las características observadas en el fermentado fue que el interior de las semillas de *T. bicolor* presentaron una degradación del color de amarillo a blanco dato que coincide con (Hernández-Soledad et al., 1998) donde después de 68 días del corte observaron un cambio en un cambio de color de blanco crema a color amarillo claro, lo cual fue atribuido a cambios

de pH, que permitió la salida de ácidos orgánicos al exterior de la vacuola y la síntesis de nuevos pigmentos, como los carotenoides, que fueron responsables del color amarillo. Por otro lado, Noor & Zhu, 2022, identificaron que la semilla del *T. bicolor* por su color blanco podría ser adecuado para el desarrollo de nuevos productos.

Otro dato relevante de la investigación fue el cambio de la concentración de lípidos en las semillas de *T. bicolor*, donde al iniciar la fermentación presentó niveles de 47.2% mientras que, al finalizar la fermentación se observó un aumento del 15% quedando hasta un 62.9%, estos resultados se aproximan a lo reportado por (Quinteros et al., 2018) dónde encontraron niveles del 51.1% de la misma semilla después de ser fermentadas y secas, estas diferencias puede deberse tipo de suelo y nutrientes, ya que las semillas fueron colectadas en la región de Perú, mientras que las muestras de esta investigación fueron colectadas en el estado de Chiapas, México, además el aumento que se observó podría ser atribuido a factores como el rearreglo en el grado de saturación de los ácidos grasos (Lares-Amaiz, 2016).

Además, durante la fermentación artesanal se identificaron microorganismos como levaduras, bacterias ácido lácticas y acéticas, las cuales están asociadas al desarrollo del aroma y sabor de las semillas, lo cual se obtiene por la oxigenación realizada durante el proceso, el cual fue similar al utilizado por Ramos et al., 2020 dónde removieron los granos de cacao para obtener una buena fermentación además de estimular el aumento de levaduras, bacterias (*Acetobacter*, *Lactobacillus*, *Bacillus*) que pueden conferir características sensoriales deseables al producto final. Por lo que, al finalizar esta investigación se sugiere que las semillas del *Theobroma bicolor* fermentadas y secas se puedan ser consideradas por su potencial para la elaboración de nuevos productos auténticos para industria alimentaria.

CONCLUSIONES

La fermentación artesanal de las semillas de *Theobroma bicolor* es proceso anaeróbico que se que tuvo una duración de 6 meses durante el cual se observaron diversos cambios en las características de las semillas, esté proceso de fermentación se dio por la descomposición de los azúcares debido a la presencia de microorganismos como levaduras, bacterias ácido lácticas, bacterias ácido acéticas y algunas enzimas que generan diversos aromas, sabores y textura de las semillas, asimismo con este proceso de fermentación se generó el cambio de color del interior de la semilla de *T. bicolor* quedando



de color blanco con una textura almidonada. Esta textura podría asociarse al aumento de la concentración de los carbohidratos posteriores al proceso de fermentación debido a que al previo a la fermentación se presentaron niveles de 3.05 % y posterior al fermentado aumentaron a 22.26%.

Otro cambio importante que se presentó en composición química fue el aumento en la concentración de los lípidos que inicialmente presentaban valores del 47.22% hasta quedar en un 62.89%, lo cual podría ocasionar un aumento de la presencia de ácidos grasos saturados como ácido palmítico y ácido esteárico, sin embargo también se afectó la concentración de proteínas quedando solo el 3.9% mientras que en fibras solo quedaron 2.05%.

Todas estas características desarrolladas en la fermentación permiten las semillas de *T. bicolor* pueda proporcionar cualidades en la elaboración de alimentos auténticos de la región, sin embargo, también consideramos necesario continuar con investigaciones que nos permitan optimizar los tiempos de fermentación para aumentar la producción de estas semillas.

REFERENCIAS BIBLIOGRAFICAS

- Alvarado-Vásquez, K.E., Rivadeneira-Barcia C.S., y Intriago-Flor F.G. (2024). “Utilización de extracto natural del Muicle (*Justicia spicigera*) en la elaboración de chocolate a partir de dos variedades de cacao (*Theobroma bicolor* Humb. & Bonpl. y *Theobroma cacao* L.)”. *Revista Agrotecnológica Amazónica*. 4(1):e633. doi: 10.51252/raa.v4i1.633.
- Barrera-Reyes, P.K., Cortés Fernández L.C., González-Soto M., y Tejero E. (2020). “Effects of Cocoa-Derived Polyphenols on Cognitive Function in Humans. Systematic Review and Analysis of Methodological Aspects”. *Plant Foods Human Nutrition*. 75(1):1-11. doi: 10.1007/s11130-019-00779-x.
- Goicochea Trauco, E., Granda Santos M.S., y Chavez Quintana S.G. (2021). “Elaboración de brownies con chocolate moca a partir de pasta de macambo (*Theobroma bicolor*) y tres variedades de café (*Coffea arabica*)”. *Revista de Investigación de Agroproducción Sustentable*. 5(3):34. doi: 10.25127/aps.20213.816.
- Hernández-G. S.M., Casas-F A.E., Martínez-W O., y Galvis-V J.V. (1998). “Physicochemical and physiological characterization of the fruit of macaro (*Theobroma bicolor* H.B.K.) during its



- development” Universidad Nacional de Colombia - Sede Bogotá - Facultad de Ciencias Agrarias. 172–80.
- Lares-Amaiz M., Pérez-Sira E., Álvarez-Fernández C., Perozo-González J., y El-Khori S.. (2016). “Cambios de las propiedades físico-químicas y perfil de ácidos grasos en cacao de Chuao, durante el beneficio”. *Agronomía Tropical*. 63(1-2).
- Lim, T. K. (2012). “Theobroma bicolor”. 204–7 en *Edible Medicinal And Non Medicinal Plants*. Springer Netherlands.
- Lim, T. K. (2012b). “Theobroma bicolor”. *Edible Medicinal And Non Medicinal Plants* 3. doi: 10.1007/978-94-007-2534-8_29.
- Moreira-Mar J., Queiroz-da Fonseca J., Frota Correa R., Henrique-Campelo P., Aparicio-Sanchez E., y De Araújo-Bezerra J. (2024). “Theobroma spp.: A review of its chemical and innovation potential for the food industry”. *Food Chemistry Advances* 4:100683. doi: 10.1016/j.focha.2024.100683.
- Martínez-Hernández N.C. (2024). “6-benzylaminopurine induces somatic embryogenesis in staminodia of new genotypes of Theobroma cacao L. from the Papaloapan Basin of Mexico and reveals differences with T. bicolor Bonpl.” *Research Square*. doi: 10.21203/rs.3.rs-3843103/v1.
- Noor Ariefandie F., y Fan Zhu. (2022). “Comparison of bioactive components and flavor volatiles of diverse cocoa genotypes of Theobroma grandiflorum, Theobroma bicolor, Theobroma subincanum and Theobroma cacao”. *Food Research International* 161:111764. doi: 10.1016/j.foodres.2022.111764.
- Parada-Berríos F.A., Vásquez-Osegueda E. A., Lovo-Lara L.M., Arias-de-Linares A. Y., y Molina-Escalante M. O. (2019). “Rescate de patashte (*Theobroma bicolor* Humb & Bonpl.) y cushta (*Theobroma angustifolium*) dos especies promisorias en peligro de extinción en El Salvador”. *Minerva*. 2(1):109–22. doi: 10.5377/revminerva.v2i1.12531.
- Quinteros V., Quinteros A., Chumacero J., y Castro P. (2018). “Effect of temperature and toasting time on the acceptability of macambo food paste (*Theobroma bicolor* Humb. & Bonpl.)”. *Agroindustrial Science*. 8(2):103–9. doi: 10.17268/agroind.sci.2018.02.04.
- Ramos S., Salazar M., Nascimento L., Carazzolle M., Pereira G., Delforno T., Nascimento M., de Aleluia T., Celeghini R., y Efraim P. (2020). “Influence of pulp on the microbial diversity during



- cupuassu fermentation”. *International Journal of Food Microbiology*. 318. doi: 10.1016/j.ijfoodmicro.2019.108465.
- Socci, V.D, Tempesta G. D., De Gennaro L, y Ferrara M. (2017). “Enhancing Human Cognition with Cocoa Flavonoids”. *Frontiers in Nutrition*. 4(19). doi: 10.3389/fnut.2017.00019.
- Yei Kheng T, Khairul B., Hisyam Zainudin B, Chee Samuel Yap K., y Geng Ong N. (2022). “Impacts of cocoa pod maturity at harvest and bean fermentation period on the production of chocolate with potential health benefits”. *Journal of the Science of Food and Agriculture*. 102(4):1576–85. doi: 10.1002/jsfa.11494.
- Tinajero-Carrizales, C., A. L. González-Pérez, G. C. Rodríguez-Castillejos, G. Castañón-Nájera, y R. Ruíz-Salazar. (2021). “Comparación proximal en cacao (*Theobroma cacao*) y pataxte (*T. bicolor*) de tabasco y Chiapas, México.” *Polibotánica*. 0(52):135–49. doi: 10.18387/polibotanica.52.10.
- Torres-Garcia D.E., Assunção D., Mancini P., Pavan Torres R., y Mancini-Filho J. (2002). “Antioxidant activity of macambo (*Theobroma bicolor* L.) extracts”. *European Journal of Lipid Science and Technology*. 104(5):278–81. doi: 10.1002/1438-9312(200205)104:5<278::AID-EJLT278>3.0.CO;2-K.
- Saltos Domínguez W.A., y Guillermo F., Intriago F. (2023). “Mejoramiento de los procesos de fermentación para la elaboración de chocolate del Centro Agrícola del Cantón Quevedo Improvement of Fermentation Processes for Chocolate Production at the Agricultural Center of Canton Quevedo”. *Journal of science and research*. 9(1):2528–8083. doi: 10.5281/zenodo.10472300.
- Zimmermann, Benno F., y Ellinger S. (2020). “Cocoa, chocolate, and human health”. *Nutrients*. 12(3):698. doi.org/10.3390/nu12030698.

