



Capacidad antioxidante y polifenoles totales de infusión de cascarilla de cacao (*Theobroma cacao*) y macambo (*Theobroma bicolor*)

Antioxidant capacity and total polyphenols of cacao husk (*Theobroma cacao*) and macambo (*Theobroma bicolor*) infusions

Janny Fabiola Baldera Ocampo¹ , Milagros Sadith Granda Santos^{1*} , Segundo Grimaldo Chavez Quintana¹ 

RESUMEN

El presente trabajo nos muestra el potencial antioxidante y contenido fenólico de las cascarillas de los granos de cacao y macambo en la elaboración de filtrantes como posible alternativa para generar ingresos y reducir los residuos generados por las industrias, generalmente por las chocolateras. Para ello se recolectaron las cascarillas de granos de cacao y macambo tostados, los que fueron seleccionados, esterilizados y triturados. Se analizó la capacidad antioxidante, contenido fenólico y análisis sensorial del filtrante de cascaras de cacao y macambo de manera separada, así como de manera combinada. Se utilizó un diseño completo al azar, con tres repeticiones y se efectuó el análisis de varianza, obteniendo que el filtrante de cacao al 100% tiene mayor contenido fenólico y capacidad antioxidante, así como el filtrante elaborado con cascarilla de cacao al 70% y cascarilla de macambo al 30%; demostrando así que los filtrantes con más contenido de cascarilla de cacao son mejores en cuanto al aprovechamiento de las propiedades fisicoquímicas, además de contar con aceptación sensorial.

Palabras clave: antioxidantes, polifenoles totales, DPPH, Folin Ciocalteu.

ABSTRACT

This work shows the antioxidant potential and phenolic content of cocoa and macambo shells in the production of filtering agents as a possible alternative to generate income and reduce waste generated by industries, generally chocolate factories. For this purpose, roasted cocoa and macambo shells were collected, selected, sterilized and crushed. Antioxidant capacity, phenolic content and sensory analysis of cocoa and macambo shells separately and in combination were analyzed. A complete randomized design was used, with three replicates and an analysis of variance was performed, obtaining that the filtering agent with 100% cocoa has a higher phenolic content and antioxidant capacity, as well as the filtering agent made with 70% cocoa shell and 30% macambo shell; thus demonstrating that the filtering agents with higher cocoa shell content are better in terms of the use of physicochemical properties, in addition to having sensory acceptance.

Keywords: antioxidants, total polyphenols, DPPH, Folin Ciocalteu.

¹Universidad Nacional Toribio Rodríguez de Mendoza, Instituto de Investigación para el Desarrollo Sustentable de Ceja de Selva, Chachapoyas, Perú

*Autor de correspondencia. E-mail: mgranda@indes-ces.edu.pe

I. INTRODUCCIÓN

La industria del cacao (*Theobroma cacao*) y macambo (*T. bicolor*) generan residuos en todos los diferentes procesos de la elaboración de sus derivados (chocolate, manteca, licores, etc.). La cascarilla de cacao cuenta con un alto valor nutricional (Furlán y Bressani, 2012; Tolentino Lavado, 2008), sin embargo, es el residuo principal ya que, representa el mayor problema al momento de ser desechado (Delgado Vásquez, 2016; Tolentino Lavado, 2008). Por lo tanto, se buscan usos alternos para disminuir los residuos de cascarilla y tener un mejor aprovechamiento que puedan generar ingresos económicos extras y de esta manera ser aprovechables por las industrias alimenticia.

La cascarilla del cacao es una capa fibrosa que rodea al grano de cacao y es obtenida a partir del descascarillado. La cascarilla es crujiente y de color marrón y representa aproximadamente el 12% del peso de la semilla (EFSA, 2008; Tolentino Lavado, 2008; Kalvatchev *et al.*, 1998). La cascarilla es empleada para la generación de abono o para fertilizar el suelo (Teneda Llerena *et al.*, 2019). Además, tiene propiedades fisicoquímicas adecuadas para la generación de productos derivados (Valbuena y Serrano, 2018), por lo que pueden ser aprovechadas en la industria de la alimentación, así como en la gastronomía y nutrición (Tolentino Lavado, 2008; Valbuena y Serrano, 2018).

Existen estudios que demuestran que la cascarilla de cacao posee una importante actividad antioxidante y que la manera más eficiente de aprovecharla es a través de la preparación de infusiones (Macrae *et al.*, 1993; Lecumberri *et al.*, 2007). Los antioxidantes naturales son capaces de inactivar radicales libres en el proceso de oxidación del organismo previniendo la aparición de diferentes enfermedades (Baena *et al.*, 2012). La cascarilla de cacao es aprovechada como filtrante, de esta manera se puede tener una mejor absorción de los nutrientes. Además, la producción de filtrantes de cascarilla de cacao permitiría obtener ingresos por las altas demandas que tendría, haciéndolo un producto sostenible (Delgado Vásquez, 2016; Teneda Llerena *et al.*, 2019; Tolentino Lavado, 2008).

Por otro lado, el macambo (*T. bicolor*) tienen parecidas propiedades fisicoquímicas que su especie hermana, el cacao. Incluso, el macambo presenta mayores cantidades de proteína y fibra que el cacao (INIA, 2008; Pérez-Mora *et al.*, 2018). Por lo tanto, el aprovechamiento de la cascarilla del macambo también podría ser una forma sostenible de reducir los residuos industriales. El estudio del macambo y sobre todo de su cascarilla son casi nulos. Sin embargo, el uso de la cascarilla de macambo puede aportar muchos beneficios en términos de salud, socio-económicos y ambientales.

El objetivo de este estudio fue determinar las propiedades antioxidantes y polifenoles de la cascarilla de macambo y cacao para la obtención de filtrantes, con el fin de proponer alternativas para un mejor aprovechamiento y reducción de estos residuos industriales.

II. MATERIALES Y MÉTODOS

Proceso para la obtención del filtrante

Las cascarillas de macambo y cacao fueron obtenidas a partir del procesamiento de investigaciones realizadas en el laboratorio de control de calidad del cacao del Instituto de Investigación para el Desarrollo Sustentable de Ceja de Selva (INDES –CES). Las cascarillas de cacao fueron obtenidas de granos de cacao selecto de la Cooperativa de Servicios Múltiples APROCAM, mientras que las cascarillas de macambo, de la comunidad nativa de Chiriaco, distrito de Imaza, provincia de Bagua, departamento de Amazonas. La cascarilla de cacao fue tostada a 120°C durante 30 minutos, y la cascarilla de macambo, a 180°C durante 20 minutos, la diferencia radica por el tamaño del grano, siendo el del macambo más grande que los granos de cacao. Después del descascarado, se recolectaron las cascarillas de ambas materias primas, para su posterior uso en la obtención del filtrante.

El proceso de obtención de filtrante consistió en la limpieza de la cascarilla, selección y esterilización (120°C por 10 minutos). Luego se procedió a pesar la cascarilla de acuerdo a los siete tratamientos propuestos (Tabla 1). Finalmente, la cascarilla se envasó en bolsitas filtrantes de tela no tejida considerando tres repeti-

Tabla 1. Formulaciones de bolsitas de 1g de filtrante de cascarilla de cacao y macambo

	T1	T2	T3	T4	T5	T6	T7
Cascara de cacao	1g		0,5g	0,6g	0,4g	0,7g	0,3g
Cascara de macambo		1g	0,5g	0,4g	0,6g	0,3g	0,7g

ciones por tratamiento para un total de 21 unidades experimentales.

Para la extracción de la infusión de los filtrantes se diluyo cada sobre en 100 ml de agua. Se consideró un tiempo de extracción de 7 minutos a una temperatura de 85°C de filtrado.

Evaluación de la capacidad antioxidante

Se siguió el método descrito por Todorovic *et al.* (2015): se tomaron 3 mL de solución 2,2-Difenil-1-Picrilhidrazilo (DPPH) y se le añadió 35 µL del extracto, se dejó reposar por 10 minutos en un lugar oscuro y se procedió a realizar la lectura de la absorbancia a 516 nm en un espectrofotometro (Marca Secomam, Modelo 9400). Los cálculos se hicieron en función de una curva de calibración equivalente en trolox. Todos los tratamientos se hicieron por triplicado.

Evaluación del contenido de polifenoles totales

Para determinar el contenido de polifenoles totales se empleó el método Follin Ciocalteu descrito por Pallares-Pallares *et al.* (2016) con algunas modificaciones. Se tomaron 400 µL del extracto y 100 µL de agua ultrapura, se añadieron 2.5 ml de Follin Ciocalteu a una dilución de 1:10 y 2 ml de carbonato al 7.5%. Se llevó a la estufa a 50 °C por 5 minutos y se procedió a realizar la lectura de la absorbancia a 725 nm. Se hicieron los cálculos en función de una curva de calibración de su equivalente en ácido gálico. Todos los tratamientos se hicieron por triplicado.

Análisis sensorial

Las infusiones de cascarilla de macambo y cacao, y mezclas fueron evaluados sensorialmente para determinar la preferencia de los consumidores en cuanto a los atributos de aroma, color y sabor usando una escala hedónica de 9 puntos (1 me disgusta extremadamente; 9 me gusta extremadamente). Para ello se contó con 30 panelistas semi entrenados del INDES-CES conformado por mujeres y hombres, los mismos que fueron informados sobre los objetivos de la investigación a

través de una charla de inducción antes de la prueba. El análisis sensorial se realizó en un ambiente totalmente aislado en carpetas individuales, las muestras se sirvieron de forma aleatorizada y fueron repartidas en vasos codificados con números de tres dígitos. Asimismo, se sirvió un vaso de agua para limpiar el paladar entre cada evaluación. Después se les dio un cuestionario de evaluación sensorial para los siete tratamientos (Abdul Halim *et al.*, 2019; Clark *et al.*, 2020).

Análisis de datos

Los datos fueron procesados cumpliendo con los estándares estadísticos de normalidad y prueba de homogeneidad de varianzas. Asimismo, se ejecutó ANOVA para determinar diferencias significativas de la capacidad antioxidante y polifenoles entre tratamientos. Se realizaron comparaciones múltiples con la prueba Tukey al 0,05 de significancia. Los resultados obtenidos se expresaron como media y desviación estándar (DE) utilizando el software SPSS v25 (IBM SPSS STATISTICS. Corp., Chicago, EE. UU.). Para el análisis estadístico de la prueba organoléptica se utilizó la prueba de Friedman a un nivel de significación del 5%, utilizando el software estadístico Statistix v8.0.

III. RESULTADOS

Contenido polifenoles totales

El tratamiento T1 con 100% cascarilla de cacao es el que presentó mayor concentración fenólica, seguido del filtrante T6 con composición de 70% de cascarilla de cacao y 30% de cascarilla de macambo (Figura 1).

Capacidad antioxidante de los filtrantes

El mayor contenido de capacidad antioxidante se da en el T1 (100% cascarilla de cacao) y el menor, en el T2 (filtrante de 100% macambo) (Figura 2). Por otro lado, se puede observar que el filtrante de combinación de 70% de cacao y 30% de macambo, es el segundo tratamiento con mayor nivel de capacidad antioxidante esto por la cantidad de cascarilla de cacao que tiene.

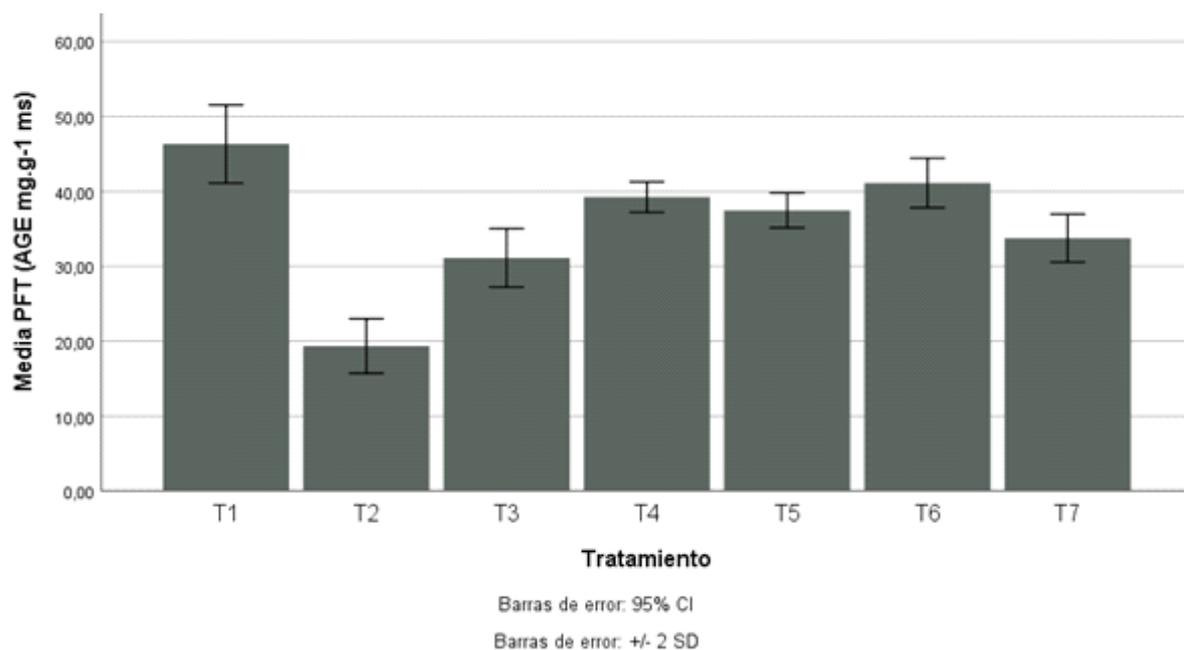


Figura 1. Contenido de polifenoles totales en filtrantes en función a la combinación de cascarilla de cacao y cascarilla de macambo.

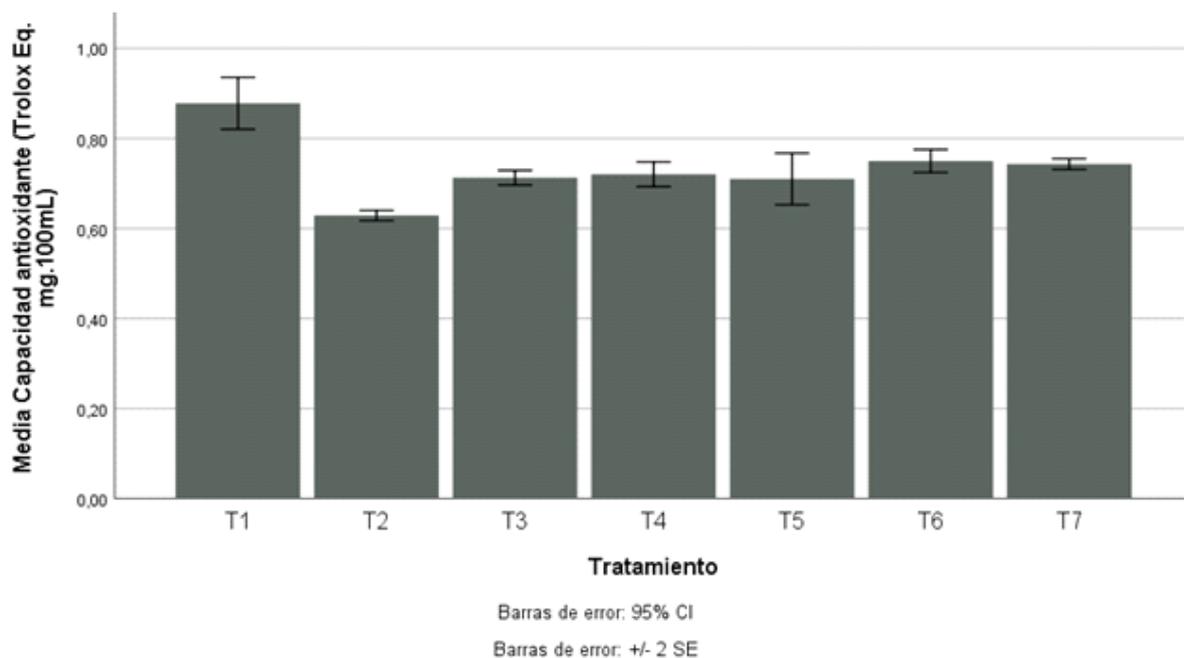


Figura 2. Contenido de capacidad antioxidante de filtrantes en función a la combinación de cascarilla de cacao y cascarilla de macambo.

Análisis sensorial

En el resultado del análisis sensorial se encontró diferencias significativas en color. Esta diferencia puede atribuirse a las características propias de la materia prima, siendo que las cascarillas de macambo son mucho más claras que las cascarillas de cacao. No se encontraron diferencias significativas en aroma y sabor. (Tabla 2). Las infusiones tuvieron gran aceptación por parte de los consumidores (valores en la esca-

la hedónica de 5 a 7) (Figura 3).

Tabla 2. Prueba de Friedman para la evaluación sensorial (color, sabor y aroma)

Atributo	Prueba de Friedman		Observación
	X2	p-valor	
Aroma	17,832	0,0067 ^{ns}	Iguales
Color	13,333	0,0380*	T5
Sabor	18,046	0,0061 ^{ns}	Iguales

No significativo (ns); Significativo (*), Altamente significativo (**)

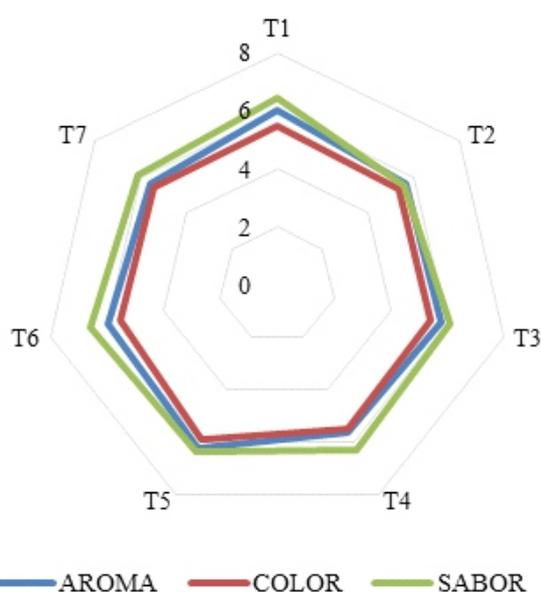


Figura 3. Análisis sensorial de filtrantes en función a la combinación de cascarilla de cacao y cascarilla de macambo.

IV. DISCUSIONES

La cascarilla de cacao tiene grandes propiedades físico químicas que pueden ser aprovechables en la industria alimenticia (Tolentino Lavado, 2008; Valbuena y Serrano, 2018). En este estudio encontramos que de acuerdo a la capacidad antioxidante y al contenido fenólico, los filtrantes de cascarilla de cacao al 100% obtuvo los más altos valores. Valbuena y Serrano, (2018) determinaron que los filtrantes de cascarilla de cacao son óptimos para un adecuado aprovechamiento, ya que representa un gran valor nutricional y medicinal. La actividad antioxidante en la cascara de cacao por el método DPPH se encuentra en un rango de 0,37 a 0,71 μM de Trolox/g. (Carpio, 2014). En este estudio obtuvimos valores dentro de este rango. Además, encontramos que el filtrante de 100% cacao tiene una mayor capacidad antioxidante que el filtrante de 100% de macambo. Por ejemplo, Garay *et al.* (2020) encontró que el tratamiento de tostado a 120 °C de cascarilla de

cacao presenta alta capacidad antioxidante, ya que mostró mayor eficiencia para inhibir el radical DPPH. En infusiones existen factores determinantes tales como el pH, la luz y el oxígeno, que pueden afectar el contenido de polifenoles y antioxidantes, por ello es recomendable consumirse en el instante de preparación (Wang *et al.*, 2000).

En cuanto al análisis sensorial, no encontramos diferencias significativas en términos de aroma y sabor, pero sí en color. Esto se debe a la característica de la materia prima. La cascarilla de macambo es de un tono más claro que el cacao, sin embargo, esto no afectó en la aceptación de los filtrantes.

Los consumidores calificaron a las infusiones como productos aceptables. Esto concuerda con estudios previos en los que catadores confirmaron que las cascarillas son aptas para el consumo, y consumidores no expertos aceptaron los atributos sensoriales en cuanto a aroma, color, sabor y aceptación de infusión de cascaras de cacao (Ríos, 2015; Garay *et al.*, 2020)

V. CONCLUSIONES

Los filtrantes a base de 100% de cascarilla de cacao tuvieron una mejor capacidad antioxidante y composición fenólica que los filtrantes a base de 100% de cascarilla de macambo. Por lo tanto, en principio la cascarilla de macambo no sería un buen subproducto para la fabricación de filtrantes. Sin embargo, el uso de filtrantes con un 30–70% de macambo y cacao incrementa significativamente la capacidad antioxidante. Por lo tanto, la elaboración de filtrantes de macambo en combinación con cacao es una gran alternativa para el aprovechamiento de cascarilla de macambo, además de tener una aceptación sensorial en cuanto a color, aroma y sabor.

VI. AGRADECIMIENTOS

Esta investigación fue financiada por el Fondecyt peruano (Fondo Nacional de Desarrollo Científico, Tecnológico y de Innovación) [Proyecto “Análisis metagenómico y técnicas cromatográficas para la obtención de un cultivo iniciador que mejore la calidad del chocolate a partir del cacao nativo fino de aroma en la zona Nor Oriental del Perú” – METACACAO, con CONTRATON° 008-2020-FONDECYT-BM].

VII. CONTRIBUCIÓN DE LOS AUTORES

Todos los autores participaron en la conceptualización, metodología, investigación, redacción del manuscrito inicial, revisión bibliográfica, y en la revisión y aprobación del manuscrito final.

VIII. CONFLICTO DE INTERESES

Los autores declaran no tener conflicto de intereses.

IX. REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- Abdul Halim, H. S., J. Selamat, S. H. Mirhosseini, y N. Hussain. 2018. “Sensory preference and bloom stability of chocolate containing cocoa butter substitute from coconut oil”. *Journal of the Saudi Society of Agricultural Sciences* 18 (4) : 443 - 448 . DOI : 10.1016/j.jssas.2018.02.005
- Baena, L.M., y N. A. García Cardona. 2012. *Obtención y caracterización de fibra dietética a partir de cascarilla de las semillas tostadas de Theobroma cacao L. en una industria chocolatera colombiana*. Tesis de Doctorado. Universidad Tecnológica de Pereira. Pereira (Colombia).
- Carpio, J. (2014). *Subproductos de cacao como fuente de compuestos antioxidantes*. Tesis de Grado. Universidad Técnica Particular de Loja. Loja (Ecuador)
- Clark, C., Bettenhausen, H. M., Heuberger, A. L., Miller, J., Yao, L., y Stone, M. 2020. “Effects of time and temperature during melanging on the volatile profile of dark chocolate”. *Scientific Reports* 1(10), 14922. DOI:10.1038/s41598-020-71822-0
- Delgado Vásquez, G. V. 2016. *Implementación de una Planta Productora y Comercializadora de Filtrantes de Cascarilla de Cacao en la ciudad de Arequipa, 2015*. Tesis de Grado. Universidad Católica San Pablo. Arequipa (Perú).
- EFSA (European Food Safety Authority). 2008. “Theobromine as undesirable substances in animal feed Scientific Opinion of the Panel on Contaminants in the Food Chain”. *EFSA Journal* 6 (9): 725.
- Furlán, A., y R. Bressani. 2012. “Theobroma bicolor”. En *Edible Medicinal And Non Medicinal Plants*. Lim, T. K. (ed). Londres (Reino Unido): Springer.
- Garay, R. R., Vela Alvarado, J. W., y Quiñones Ruiz, C. E. 2020. Influencia de la temperatura de tostado en la capacidad antioxidante de la cascarilla de cacao (*Theobroma cacao* L.) clon CCN-51 aprovechado para elaborar filtrante”. *Investigación Universitaria* 10 (1): 294–308
- INIA (Instituto Nacional de Innovación Agraria). 2008. *Macambo*. Iquitos (Perú): Instituto Nacional de Innovación Agraria.
- Kalvatchev, Z., D. Garzaro, y F. Guerra. 1998. “Theobroma Cacao L.: Un nuevo enfoque para nutrición y salud”. *Revista agroalimentaria* 4 (6): 23-25.
- Lecumberri, E., R. Mateos, M. Izquierdo, P. Rupérez, y L. Goya. 2007. “Dietary fibre composition, antioxidant capacity and physico-chemical properties of a fibre-rich product from cocoa (*Theobroma cacao* L.)”. *Food Chemistry*. 104: 948-954.
- Macrae, R., R. Robinson, y M. Sadler. 1993. *Encyclopaedia of Food Science, Food Technology and Nutrition*. Londres (Reino Unido): STAFF.
- Pallares-Pallares, A., J. A. Perea Villamil, y J. L. López-Giraldo. 2016. “Impacto de las condiciones de beneficio sobre los compuestos precursores de aroma en granos de cacao (*Theobroma cacao*

- L.) del clon CCN-51". *Respuestas* 21 (1) :120–133. DOI: 10.22463/0122820x.726
- Pérez-Mora, W., J. V. Jorin-Novo, y L. M. Melgarejo. 2018. "Substantial equivalence analysis in fruits from three *Theobroma* species through chemical composition and protein profiling". *Food Chemistry* 240: 496–504. DOI: 10.1016/j.foodchem.2017.07.128
- Ríos, M. 2015. *Estudio del Arte para la Elaboración de Productos de Snack a partir del Macambo. Iquitos, Perú*. Tesis de Grado. Universidad de la Amazonia Peruana. Iquitos (Perú).
- Teneda Llerena, W. F., M. D. Guamán Guevara, y S. M. Oyaque Mora. 2019. "Exploración de la intención de consumo de la Cascarilla de cacao (*Theobroma cacao* L.) como infusión: caso Tungurahua-Ecuador". *Cuadernos de Contabilidad* 20 (50): 23–34.
- Todorovic, V., I. R. Redovnikovic, Z. Todorovic, G. Jankovic, M. Dodevska, y S. Sobajic. 2015. "Polyphenols, methylxanthines, and antioxidant capacity of chocolates produced in Serbia". *Journal of Food Composition and Analysis* 41: 137–143. DOI: 10.1016/j.jfca.2015.01.018
- Tolentino Lavado, M. 2008. *Compuestos Bioactivos Y Capacidad Antioxidante De La Cáscarilla De Granos De Cacao (Theobroma Cacao L.) Tostado Y Elaboración De Un Filtrante*. Tesis de Grado. Universidad Nacional Agraria de la Selva. Tingo Maria (Perú).
- Valbuena, A., y C. Serrano. 2018. "Aprovechamiento De La Cascarilla De Cacao Para La Generación De Un Producto Derivado En La Asociación De Productores Orgánicos Del Municipio De Dibulla (Apomd)". *Journal of Chemical Information and Modeling*, 53 (9): 1689–1699.