

Aprovechamiento de la pulpa de café como alternativa de valorización de subproductos

Use of coffee pulp as an alternative for the valorization of by-products

Uso de pulpa de café como alternativa para a valorização de subprodutos

Johanna Andrea Serna-Jiménez*¹; Laura Sofía Torres-Valenzuela¹; Katherine Martínez Cortínez¹; María Camila Hernández Sandoval¹

¹Programa académico de Ingeniería Agroindustrial Universidad la Gran Colombia - Seccional Armenia (UGCA), Ciudadela del Saber La Santa María, km 7 vía Armenia – La Tebaida, Colombia.

*sernajimjohanna@miugca.edu.co

Fecha recepción: 15 de agosto de 2017

Fecha aceptación: 23 de marzo de 2018

Resumen

En la producción de café, se realiza el aprovechamiento del 60% del grano. El excedente es pulpa que constituye un subproducto con pocos usos industriales. Teniendo en cuenta el impacto ambiental de estos residuos orgánicos, se establecieron las condiciones para su aprovechamiento, para lo cual se evaluó la extracción de compuestos bioactivos, empleando agua como solvente en tiempos entre 4 y 8 minutos y temperaturas entre 60 a 90 °C. A cada una de las infusiones obtenidas se les midió el contenido de polifenoles totales y capacidad antioxidante, empleando los métodos Folin-Ciocalteu, ABTS y DPPH, respectivamente. Se encontró que las infusiones (extracciones en agua) tienen un alto contenido de polifenoles y una elevada capacidad antioxidante; adicionalmente el tiempo y la temperatura tuvieron un efecto significativo en la extracción de estos compuestos. Los resultados encontrados indican que hay potencial para aprovechar la pulpa de café, a través de la extracción de compuestos bioactivos con características funcionales, lo que permite, de esta manera hacer un aprovechamiento más integral de esta materia prima.

Palabras clave: *capacidad antioxidante, polifenoles, radicales libres, residuos, subproductos.*

Abstract

Coffee production uses only the 60% of the bean, the remain is the pulp that constitutes a by-product with few industrial applications. Taking into account the environmental impact of these organic residues, the conditions for their use were determined. To that purpose, the extraction of bioactive compounds was evaluated, using water as solvent in intervals between 4 and 8 minutes and temperatures between 60 and 90 °C. The total polyphenols and antioxidant capacity were measured for each infusion obtained, using the Folin-Ciocalteu, ABTS and DPPH methods, respectively. It was found that the infusions (extractions in water) have a high polyphenols content and a high antioxidant capacity. Additionally, it was found that the time and temperature had a significant effect in the compounds extraction. The results indicate the potential to use coffee pulp through the extraction of bioactive compounds with functional characteristics, allowing an integral use of this raw material

Keywords: *antioxidant capacity, polyphenols, free radicals, waste, by-products.*

Resumo

Na produção de café se aproveita o 60% do grão, o excedente é a polpa que constitui um subproduto com poucos usos industriais. Tendo em conta o impacto ambiental destes resíduos orgânicos, foram estabelecidas as condições para seu aproveitamento, para o qual foi avaliada a extração de compostos bioativos, usando água como solvente em tempos entre 4 e 8 minutos e temperaturas entre 60 a 90 °C. A cada uma das infusões obtidas foi medido o teor de polifenóis totais e capacidade antioxidante, usando os métodos Folin-Ciocalteu, ABTS e DPPH respectivamente. Se encontrou que as infusões (extrações na água) têm um alto teor de polifenóis e uma alta capacidade antioxidante, além disso o tempo e a temperatura tiveram um efeito significativo na extração destes compostos. Os resultados encontrados indicam que há potencial para aproveitar a polpa de café através da extração de compostos bioativos com características funcionais, permitindo desta forma fazer um aproveitamento mais abrangente desta matéria-prima.

Palavras-chave: capacidade antioxidante, polifenóis, radicais livres, resíduos, subprodutos.

Introducción

El café es una planta perenne tropical perteneciente al género *Coffea* de la familia *Rubiaceae*. Aunque hoy en día se reconocen más de 103 especies son solo 2 las responsables del comercio mundial (*arábica* y *canephora*) (1). La variedad *arábica* constituye más del 60% del café, que se comercializa en el mercado internacional, y está catalogada por los consumidores como el mejor café, por sus excepcionales características organolépticas (2). Esto se debe a la gran variedad de compuestos químicos, los cuales son responsables de otorgar la calidad sensorial y los estímulos ocasionados al sistema nervioso. Por su parte, la especie *canephora* posee un mayor contenido de cafeína y además es resistente a la roya (3). La producción mundial está dirigida en un 20% a café Robusta y el 80% restante corresponde a café Arábica (4).

En Colombia, la actividad cafetera ha representado un eslabón muy importante en la economía nacional. A pesar de las crisis que han sido representadas en altos costos de producción y los bajos niveles de cosecha, el café continúa siendo un eje articulador relevante en el desarrollo rural del país (5). Hasta la fecha, la federación nacional de cafeteros ha reportado una participación de 560.000 fincas dedicadas al cultivo de café, lo que se traduce en 948.000 hectáreas sembradas, de las cuales el 27% están sembradas con la variedad Colombia; y el resto principalmente corresponde a las variedades Típica, Caturra y Borbón (6), ocupando un 66% del área cultivada en el país, y logra catalogarse como el producto con mayor participación entre los demás cultivos registrados (7), al proporcionar aproximadamente 785.000 empleos rurales de forma directa y 1.500.000 indirectos (8). En los últimos 4 años, Colombia ha

logrado recuperar la cosecha cafetera creciendo un 83% (9), aumentando significativamente los volúmenes de producción, alcanzando para el año 2015 una cifra de 14,2 millones de sacos de 60 kg (4), este aumento en la producción cafetera se ve reflejado directamente en el PIB, ya que alcanzó en el 2015 un 15,6% (10) para este producto, y dentro del sector agropecuario, el café contribuyó con el 56% del PIB (5). En cuanto a las exportaciones el café de Colombia ha logrado posicionarse como uno de los principales productos de exportación del país, siendo el tercer país productor y exportador de café suave para el año 2015, cifra que va en aumento por las características excepcionales del café de Colombia (4).

Además de las condiciones organolépticas que posee el café, los granos tienen contenido de antioxidantes, dentro de los cuales se destacan los polifenoles, alcaloides, ácidos fenólicos, cafeicos, entre otros; y la presencia y cantidad de estos biocomponentes dependen exclusivamente de la especie, lugar de origen, grado de tostión, fermentación y molienda (11). Por lo anterior se le atribuye a este producto características anticancerígenas, anticarcinogénica y antimutagénica.

A pesar de la importancia económica de este producto para el país, en las diferentes etapas del proceso productivo del café se generan alrededor de 784.000 toneladas/año de biomasa residual, que incluyen el mucilago, la pulpa, cascarilla, entre otros (12), dado que solo se aprovecha el 5% del peso del fruto para la preparación de la infusión. El alto volumen de residuos puede constituir un problema ambiental, teniendo en cuenta que en muchos casos se vierte a cuerpos de agua, por lo cual los microorganismos presentes van a hacer una demanda mayor de oxígeno para

su descomposición, y generan de esta manera asfixia de la biota acuática (13). En otros casos los residuos se dejan descomponer sobre el suelo de manera no controlada, y pueden producir problemas fitosanitarios y contaminación cruzada. En estos residuos se pueden encontrar compuestos bioactivos como son proteínas y azúcares, que pueden causar fermentación de los cuerpos de agua. Así como taninos, alcaloides y polifenoles que son de difícil degradación biológica (14).

La pulpa de café está compuesta por proteína (7.5–15.0%), grasa (2.0–7.0%) y carbohidratos (21–32%), (15) y estos pueden usarse como materia prima para nuevos procesos, a través de la extracción de estos componentes.

Por lo anterior, el objetivo de esta investigación fue evaluar el efecto del tiempo y la temperatura en la extracción de compuestos bioactivos a partir de pulpa de café variedad Castillo Naranjal.

Metodología

Materia prima y preparación de los extractos

Se trabajó con pulpa de café, variedad castillo naranjal suministrada por productores del departamento de Risaralda, Colombia. La pulpa de café fue secada a 60 °C durante 420 minutos empleando una estufa de circulación forzada (Binder, Alemania). Las condiciones de secado fueron establecidas experimentalmente en función del contenido de humedad (datos no presentados). Posteriormente, se tomaron 3,3 gramos de pulpa de café seca y se colocaron en una tela filtrante. La pulpa fue sumergida en 250 ml de agua potable (utilizada como solvente) en las condiciones de tiempo y temperatura presentadas en la Tabla 1.

Tabla 1. Diseño central rotatorio

Tratamiento	Tiempo de inmersión (min)	Temperatura del agua (°C)
1	7	86
2	8	75
3	4,5	75
4	1	75
5	4,5	75
6	4,5	90
7	2	86
8	7	64
9	2	64
10	4,5	75
11	4,5	60
12	4,5	75
13	4,5	75

La relación masa: volumen se determinó a partir de una revisión de antecedentes.

Medición de las propiedades funcionales

A cada una de las 13 infusiones se les cuantificó capacidad antioxidante y polifenoles totales. La capacidad antioxidante se cuantificó a partir de métodos basados en la generación de radicales libres y su reacción con las infusiones, de manera que, los antioxidantes presentes en la muestra inhiban la acción de los radicales. Esta, se realizó mediante las técnicas 1,1-difenil-2-picril-hidrazilo (DPPH) y ácido 2,2-azino-bis-3-etilbenzotiazolin-6-sulfónico (ABTS•+). Para el caso de ABTS, se tomaron 50 mL de la infusión y se mezclaron con 1450 mL de ABTS•+, la mezcla se mantuvo en oscuridad para favorecer la reacción y luego se leyó a una longitud de onda 732 nm en un espectrofotómetro (Genesys 10UV-VIS Scanning, 335909, Thermospectronic, USA). En cuanto a DPPH se tomaron 500 mL de la infusión y se adicionaron 2000 mL de DPPH, se llevó al espectrofotómetro y se leyó la absorbancia a 529 nm.

Para la determinación de fenoles totales se realizó mediante el método espectrofotométrico de Folin – Ciocalteau, a una longitud de onda de 760 nm.

Diseño experimental y análisis estadístico

Se empleó un diseño central rotatorio con 4 puntos centrales. Todas las mediciones fueron realizadas de manera aleatoria.

Los resultados fueron analizados a través de un sistema de ecuaciones matricial empleando el *software* Matlab. Y se realizó un análisis de varianza empleando el *software* Statgraphics® versión 16.

Resultados y Discusión

El tiempo y temperatura ejercen un efecto significativo (p-value 0,005) sobre la capacidad antioxidante de la infusión (Figura 1), en este caso la extracción a 90°C, durante 4,5 minutos generó la mayor capacidad antioxidante.

En relación a la temperatura de extracción es posible afirmar que la capacidad antioxidante es proporcional al aumento de la temperatura, lo cual se relaciona con un incremento de la solubilidad de los compuestos antioxidantes, debido a que las altas temperaturas permiten la ruptura de las paredes celulares, intensificando la transferencia o migración de biocomponentes, puesto que mejora el efecto de penetración del disolvente en el tejido vegetal y capilar, en este caso de la pulpa de café (16). Sin embargo, Conde Hernández (17) reporta que en algunos casos el efecto de la temperatura

depende principalmente del material a evaluar, ya que en muchos casos la exposición a altas temperaturas puede ocasionar una degradación en componentes sensibles, lo que provoca una polimerización u oxidación de estos componentes. Respecto al tiempo, se encontró un comportamiento similar, donde el tiempo es directamente proporcional a la capacidad antioxidante, y puede asociarse a mayor transferencia de masa de compuestos con capacidad antioxidante asociada a mayor tiempo de extracción.

En cuanto a la cuantificación de la actividad antioxidante para cada una de las muestras se determinó que la mayor actividad antioxidante fue del 92%, equivalente a 2024,26 $\mu\text{M ET/g}$, que comparado con lo reportado por Feria Cardet (18) y B el cual evaluó la capacidad antioxidante

del té verde y el té negro representado en equivalente trolox, encontró que el té verde posee 2557,9 $\mu\text{MET/g}$, y en el té negro 1321,7 $\mu\text{MET/g}$. Estos datos, comparados con la pulpa de café, permiten identificar que dicho material vegetal presenta un potencial para competir con productos como los mencionados anteriormente, ya que cuenta con una actividad antioxidante similar. Lo anterior posibilita el uso la cáscara de café para la obtención de bebidas por ejemplo, infusiones; puesto que los antioxidantes de origen natural han adquirido gran importancia y valor en el mercado por sus características funcionales y los beneficios que estos otorgan a los consumidores; al igual que ayuda en los procesos de prevención de diversas enfermedades asociadas a problemas cardiovasculares, cáncer, obesidad y diabetes (16).

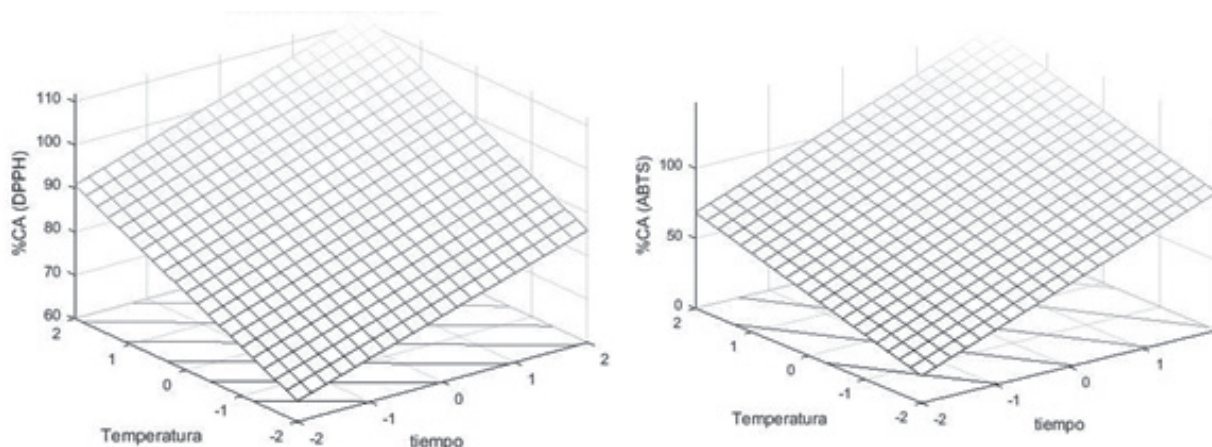


Figura 1. Superficie de respuesta para el porcentaje de capacidad antioxidante

En cuanto la superficie de respuesta para los fenoles totales (Figura 2), se determinó que el tiempo y la temperatura ejercen un efecto significativo (p -value 0,005) sobre la cantidad de polifenoles extraídos en la infusión, a partir de la pulpa seca de café, es decir, a mayor tiempo y temperatura hay una mayor cantidad de polifenoles extraídos. En este caso el incremento de la temperatura pudo contribuir a la activación de enzimas que participan en la descomposición de algunos compuestos, los cuales generan puentes de hidrógeno con los compuestos fenólicos y de esta manera facilita la

extracción de los mismos (19). Otro de los factores que intervienen en el proceso de extracción de este tipo de biocomponentes es el solvente, ya que, el tipo de compuesto a extraer depende del tipo de solvente empleado, por la capacidad que estos poseen, la cual está directamente relacionada a su polaridad. En este caso, la extracción a partir de agua favoreció la obtención de compuestos fenólicos, ya que estos son más solubles y tienen mayor afinidad con esta que con los solventes puros (19).

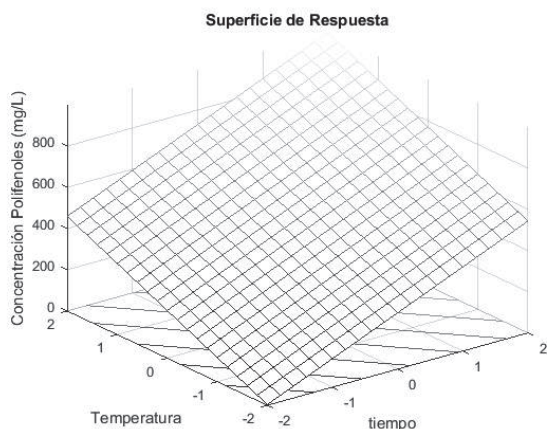


Figura 2. Superficie de respuesta fenoles totales

El contenido más elevado respecto a los fenoles extraídos corresponde a 356,78 mg/L. Este es un valor alto, en comparación con el té negro, que es catalogado como un producto rico en compuestos fenólicos, reporta un contenido entre 200 y 350mg (20). Por lo anterior, la pulpa de café puede ser considerada como una materia prima con elevado contenido de compuestos, y su consumo (por ejemplo en infusiones) puede ayudar a la prevención de enfermedades degenerativas, teniendo en cuenta que se ha establecido una relación entre el consumo de estos polifenoles y la reducción de riesgos de padecer enfermedades crónicas, incluyendo obesidad y diabetes (21), (22). Es importante resaltar que existe una relación directa entre la capacidad antioxidante y el contenido de fenoles totales presentes en la infusión.

Los resultados obtenidos evidencian que es posible aprovechar la pulpa de café para extraer compuestos bioactivos con posibles aplicaciones en la industria alimentaria, farmacéutica y cosmética, permitiendo de esta manera aprovechar estos residuos, disminuir los efectos negativos sobre el medio ambiente y mejorar la rentabilidad de esta agrocadena.

Es necesario evaluar el contenido de otros compuestos bioactivos en la infusiones, como cafeína, ácidos clorogénicos, ácido caféico, catequina (entre otros) y establecer otras alternativas de aprovechamiento de la biomasa residual extraída, como estrategia que permita hacer un aprovechamiento integral de esta materia prima de importancia en Colombia, bajo el enfoque de biorrefinería.

Conclusión

El tiempo y la temperatura ejercen un efecto significativo en la concentración de polifenoles en la pulpa de café seca. La pulpa de café seca tiene presencia de polifenoles, por lo cual aumenta su posibilidad de agroindustrialización.

Referencias bibliográficas

- [1] Naranjo MV, Luz T, Rojano, Benjamín A. Actividad antioxidante de café colombiano de diferentes calidades. *Revista Cubana de Plantas Medicinales*. 2011;16:164-73.
- [2] Suárez AJM. Aprovechamiento de los residuos provenientes del beneficio del café, en el municipio de Betania de Antioquia: Usos y aplicaciones [Especialización]. Caldas, Antioquia: Corporación universitaria Lasallista; 2012.
- [3] Gotteland M, De Pablo S. Algunas verdades sobre el café. *Revista chilena de nutrición*. 2007;34(2):105-15.
- [4] Sarasty Zambrano DJ. Alternativas de tratamiento del mucílago residual producto del beneficiadero de café. Bucaramanga, Universidad industrial de Santander. 2012.
- [5] Muñoz Ortega LG. Caficultura sostenible, moderna y competitiva. *Federación Nacional de Cafeteros, Ensayos sobre economía Cafetera* 2014;30.
- [6] Puerta Quintero GI. Calidad en taza de las variedades de *Coffea arabica L.* cultivadas en Colombia. *Cenicafé*. 1998;49:265-78.
- [7] Pérez Toro JA. Economía cafetera y desarrollo económico en Colombia. Colombia: Universidad de Bogotá Jorge Tadeo Lozano; 2013.
- [8] FNC. La Política Cafetera 2010-2014. *Federación Nacional de Cafeteros, Ensayos sobre economía Cafetera*. 2014;30:13-34.
- [9] Manrique Horta FM. Colombia tuvo cosecha récord de café en 2015: 14,2 millones de sacos. Colombia: *Diario del Huila*; 2016.
- [10] Agronet. Área, producción y rendimiento nacional por cultivo Colombia: Ministerio de agricultura. Disponible en: <http://www.agronet.gov.co/estadistica/Paginas/default.aspx>.
- [11] Puertas-Mejía MA, Villegas-Guzmán P, Alberto Rojano B. Borra de café colombiano (*Coffea arabica*) como fuente potencial de sustancias

- con capacidad antirradicales libres in vitro. *Revista Cubana de Plantas Medicinales*. 2013;18(3):469-78.
- [12] Flores A, Arturo E, Cornejo Mazariego NC, Murcia Zamora KM. Propuesta para el aprovechamiento de los subproductos del beneficiado del café como una alternativa para la diversificación de la actividad cafetalera y aporte de valor a la cadena productiva (tesis doctoral): Universidad de el Salvador; 2008.
- [13] Álvarez J, Hugh S, Cuba N, Loza-Murguía M. Evaluación de un sistema de tratamiento de aguas residuales del prebeneficiado de café (*Coffea arabica*) implementado en la comunidad Carmen Pampa provincia Nor Yungas del Departamento de La Paz. *Journal of the Selva Andina Research Society*. 2011;2(1):34-42.
- [14] Novita E. Biodegradability Simulation of Coffee Wastewater Using Instant Coffee. *Agriculture and Agricultural Science Procedia*. 2016;9:217-29.
- [15] Esquivel P, Jiménez VM. Functional properties of coffee and coffee by-products. *Food Research International*. 2012;46(2):488-95.
- [16] Valdés-Hernández GV, Cruz-Viera L, Comet-Rodríguez R. Influencia de las condiciones de operación en la extracción de polifenoles a partir de hojas de Moringa oleifera Lam. *Revista CENIC. Ciencias Químicas*. 2015;46.
- [17] Conde Hernández LA, Guerrero Beltrán JA. Extracción supercrítica de antioxidantes naturales a partir de hierbas y especias. Departamento de Ingeniería Química y Alimentos, Universidad de las Américas. 2009;3(1):96-110.
- [18] Feria Cardet FJd. Caracterización de la composición fenólica y capacidad antioxidante del té (*Camellia sinensis*) en productos de diferentes marcas comercializadas en Chile. [Pregrado]. Chile. Universidad de Chile. 2011.
- [19] Muñoz W, Chavez W, Pabón LC, Rendón MR, Patricia-Chaparro M, Otálvaro-Álvarez ÁM. Extracción de compuestos fenólicos con actividad antioxidante a partir de Champa (*Campomanesia lineatifolia*). *Revista CENIC. Ciencias Químicas*. 2015;46.
- [20] Valenzuela BA. El consumo te y la salud: Características y propiedades benéficas de esta bebida milenaria. *Revista chilena de nutrición*. 2004;31:72-82.
- [21] Mozaffarian D. Dietary and Policy Priorities for Cardiovascular Disease, Diabetes, and Obesity: A Comprehensive Review. *Circulation*. 2016;133(2):187-225.
- [22] Septiembre-Malaterre A, Stanislas G, Douraguia E, Gonthier MP. Evaluation of nutritional and antioxidant properties of the tropical fruits banana, litchi, mango, papaya, passion fruit and pineapple cultivated in Reunion French Island. *Food Chem*. 2016;212:225-33.