

EVALUACIÓN TOXICOLÓGICA, ANTIOXIDANTE Y SENSORIAL DEL CAFÉ CON CÁSCARA TOSTADO MOLIDO

*Danae Pérez-Santana*¹, Daymara Mosquera-Barrios², Alicia Casariego-Año¹, Luis Michel Rodríguez Gómez¹, Leyra Llanes-Herrera³*

¹Dpto. Alimentos. Instituto de Farmacia y Alimentos. Universidad de La Habana. La Habana CP 13600, Cuba.

²Empresa Cubacafé, Grupo Agroalimentario. Calle 150 No. 2124 e/ 21A y 25, Playa, La Habana, Cuba.

*³Instituto de Investigaciones para la Industria Alimentaria. La Habana CP 19200, Cuba.
E-mail: danayprez@gmail.com*

Recibido: 02-01-2024 / Revisado: 05-01-2024 / Aceptado: 21-01-2024 / Publicado: 30-04-2024

RESUMEN

El objetivo de la investigación fue evaluar la toxicidad aguda oral, carácter alergénico y capacidad antioxidante del café con cáscara tostado molido comercializado por la empresa Cubacafé. Se tomaron seis lotes de 250 g de las producciones por la unidad empresarial de base Regil. Se evaluó la toxicidad aguda oral, el potencial irritante en la mucosa y efecto irritante cutáneo en animales de experimentación. Se determinó el

contenido de fenoles totales y capacidad antioxidante mediante el método FRAP. Como principales resultados se comprobó que el café con cáscara no es tóxico para la dosis ensayada de 2 g/kg de peso corporal, la capacidad antioxidante medida por la técnica FRAP fue 10023 mmol Fe²⁺/100 mL y un contenido de fenoles de 565 mg/100 mL expresado en ácido gálico. Se identificaron descriptores preliminares de calidad del café con cáscara tostado molido destacándose

sabor amargo, nota herbal, astringencia y balance acidez y amargor.

Palabras clave: café, cáscara, toxicidad, antioxidante, sensorial.

ABSTRACT

Toxicological, antioxidant and sensory evaluation of ground roasted husk coffee.

The aim of research was to evaluate the acute oral toxicity, allergenic character and antioxidant capacity of ground roasted husk coffee marketed by the Cubacafe Company. Six batches of 250 g were taken from the productions by the Regil base business unit. Acute oral toxicity, mucosal irritant potential and skin irritant effect were evaluated in experimental animals. The total phenols content and antioxidant capacity were determined using the FRAP method. As main results, it was found that coffee with husk is not toxic for a tested dose of 2g/kg of bodyweight, the antioxidant capacity measured by the FRAP technique was 10023 mmol Fe²⁺/100 mL and a phenolic content of 565 mg/100 mL expressed in gallic acid. Preliminary quality descriptors of ground roasted husk coffee were identified, highlighting bitter flavor, herbal note, astringency and balance of acidity and bitterness.

Keywords: coffee, husk, toxicity, antioxidant, sensory.

INTRODUCCIÓN

El café se encuentra entre las bebidas más populares del mundo después del té (1), y son precisamente sus características sensoriales, las que le han permitido este lugar de preferencia en el mercado. El café está compuesto por más de 1000 sustancias químicas, se destacan constituyentes como las melanoidinas derivan de las reacciones de pardeamiento no enzimático o de la caramelización de los carbohidratos que ocurren durante el tostado (2).

Debido a la abundante producción de café a nivel mundial, y considerando que para la preparación de la bebida únicamente se utiliza del 5-10 % del peso total del fruto, se estima que esta industria es responsable de la generación de grandes cantidades de subproductos: piel, pulpa, mucílago, pergamino y lámina plateada, lo que significa que más del 50 % del fruto es desechado, y se convierte en una fuente de contaminación ambiental (3-6). La denominada lámina plateada es un subproducto generado durante el tostado del café, que corresponde al 4,20 % del fruto y posee alto contenido de fibra (60-80 %) (7). Teniendo en cuenta la necesidad de cubrir la demanda a nivel nacional e internacional, la empresa de Cubacafé se propuso como objetivo general de este trabajo evaluar la toxicidad aguda oral, carácter alergénico y capacidad antioxidante del café con cáscara tostado molido comercializado por la empresa Cubacafé.

MATERIALES Y MÉTODOS

Se analizó el café con cáscara tostado molido de la unidad empresarial de base Regil de la Empresa Cubacafé, en el período de 2023. El café recibido fue un polvo fino con un intervalo de partícula entre 200 y 600 µm. Se empleó seis muestras de tres lotes las cuales se utilizaron para las evaluaciones.

Para todos los análisis toxicológicos, así como los de carácter alergénico se emplearon animales de experimentación procedentes del Centro para la Producción de Animales de Laboratorio (CENPALAB) con su correspondiente certificado de salud. Los ensayos se realizaron en el Centro de Estudios para las Investigaciones y Evaluaciones Biológicas (CEIEB) perteneciente al Instituto de Farmacia y Alimentos de la Universidad de La Habana. Los estudios se efectuaron de acuerdo con las reglamentaciones y principios éticos existentes para la investigación en animales de experimentación (8).

En el ensayo se emplearon seis ratas SD del sexo femenino con un peso comprendido entre 182 y 192 g, cantidad de animales suficiente para el ensayo según (9). Todos los animales se mantuvieron en condiciones ambientales controladas (20 ± 2 °C; humedad relativa 75 ± 5 % y ciclo de luz oscuridad de 12 h) y se le permitió libre acceso a la dieta estándar y agua. El período de adaptación fue de cinco días. Concluido el período de aclimatación, los animales fueron distribuidos al azar en dos grupos experimentales, uno tratado con el café y otro grupo control; los cuales fueron identificados según el peso corporal mediante el sistema de marcaje con ácido pícrico para la dosificación exacta de acuerdo con su masa corporal (9).

El producto de prueba se administró vía oral mediante cánula intragástrica, para lo cual se retiró la comida a los animales 16 h antes de la administración. La dosis de café ensayada fue de 2 g/kg de peso corporal de acuerdo con la metodología (9), teniendo en cuenta la ausencia de signos de toxicidad por esta vía de administración sobre la muestra en estudio. El experimento tuvo una duración de 14 días y la determinación del peso de cada animal se realizó a los 1, 7 y 14 días. Las ratas se sacrificaron siguiendo el código de ética establecido para el trabajo con animales de experimentación (8). Se realizó la autopsia y del resultado de la misma, se clasificó el producto clasificación según el Sistema Armonizado de la OECD guías de ensayos para sustancias, fármacos y alimentos (2001). En caso positivo, se tomaría muestras de tejido para su examen histopatológico (10).

El efecto de muestra en estudio sobre la mucosa oral de la especie roedora, Hámster sirios dorados. Se emplearon cinco animales con peso corporal no menor de 40 g. Se elaboró un pellet que se depositó en gasa y en él se colocó 0,5 g de la muestra en estudio y se introdujo en el abazón derecho de la boca de los hámsteres. Se prepararon tres grupos (control, otro tratado con solución de sodio al 0,9 % y el tratado con café) de cinco animales cada uno, observando en cada grupo

posibles signos clínicos. Se tomaron muestras de la mucosa oral de los hámsteres para su análisis histopatológico, en búsqueda de formación de eritema y escaras.

El método FRAP se llevó a cabo según lo descrito por Benzie y Strain (11). En este análisis, las sustancias antioxidantes de la muestra reducen el ión férrico a ión ferroso, el cual forma un complejo con la tripiridiltriazina (TPTZ), de coloración azul intenso, con máximo de absorción a 593 nm. Concentraciones conocidas de Fe^{2+} [$\text{FeSO}_4(\text{NH}_4)_2\text{SO}_4$] en el rango de 100 hasta 1000 μM se utilizaron para la curva de calibración.

En tubos de ensayo de 10 mL se adicionaron 50 μL del extracto de la muestra y 1500 μL del reactivo FRAP. Los tubos conteniendo esta mezcla de reacción se dejaron a temperatura ambiente durante 30 minutos, antes de leer la absorbancia a 593 nm. La capacidad antioxidante se expresó en mmol de $\text{Fe}^{2+}/100$ mL de infusión.

Se determinó mediante el método de Folin-Ciocalteu, procediéndose de acuerdo con lo descrito por Slinkard y Singleton (12). Las determinaciones se hicieron en tubos de ensayo de 15 mL, a los que se añadieron 50 μL del extracto de la muestra y 2,5 mL del reactivo Folin-Ciocalteu diluido (1:10). Luego de esperar 5 minutos, se adicionaron 2 mL de Na_2CO_3 al 7 % m/v. Se esperó dos horas y seguidamente se hicieron las lecturas de la absorbancia a 765 nm. Concentraciones conocidas de ácido gálico en el rango de 100 hasta 500 mg/L se utilizaron para la curva de calibración. El contenido de fenoles fue expresado como mg de ácido gálico equivalente/L de infusión.

Se realizó la descripción mediante la NC ISO 11035 (13), con catadores adiestrados en el producto de la empresa Cubacafé. Además, se evaluó la intensidad de los descriptores (14).

RESULTADOS Y DISCUSIÓN

Durante la administración de la dosis de café con cáscara tostado molido 2 g/kg de peso corporal, no existieron anomalías clínicas. Siempre se registró una conducta normal

en los animales, hábitos de aseo y respuesta habitual a los umbrales del dolor producido por sensaciones mecánicas, térmicas o químicas, así como consumo de alimentos y agua como corresponde a su especie (15).

No se observaron signos de toxicidad evidente ni muerte de los animales de experimentación. La Tabla 1 muestra que la

Tabla 1. Variación de la masa corporal de las ratas durante el ensayo de toxicidad aguda

Grupo de animales de experimentación	Tiempo (días)		
	1	7	14
	Masa corporal (g)		
Tratado con café con cáscara tostado molido	184, 6a (0,2)	202, 6a (6,1)	216, 0a (6,0)
Control	180, 0a (3,5)	199, 3a (7,1)	207, 6a (0,5)

Los valores corresponden a la media y entre paréntesis la desviación estándar (n = 3). Letras iguales para cada tiempo indica que no existen diferencias significativas ($p \leq 0,05$).

El peso se comportó dentro de los parámetros establecidos (180 a 220 g) para la curva de crecimiento de la especie ratas SD (9). En el ensayo se evidencia que la muestra de café no tuvo influencia en el metabolismo de las ratas al no registrarse pérdidas de peso en los animales. El café con cáscara tostado molido no es tóxico, ya que el resultado de este ensayo permite afirmar que la DL50 de este producto se sitúa superior a 2 g/kg de peso corporal, en este caso puede ubicarse según el sistema de clasificación armonizado de toxicidad aguda en la categoría cinco o sin clasificar (9), ya que esta categoría propone identificar las sustancias, fármacos o alimentos que presenten un peligro relativamente bajo de toxicidad aguda o cuando no esté justificada su asignación a una categoría de mayor peligro y basado en la experiencia de los expertos.

Con relación a la evaluación del carácter alergénico durante el ensayo del potencial irritante del café con cáscara tostado molido en la mucosa oral de los hámsteres durante los siete días de exposición, no presentaron afectaciones en la mucosa de los animales, ni signos clínicos de daño o irritación. Lo cual demuestra y corrobora que el café con cáscara puede ser consumido sin riesgo de tomar algunas medidas especiales por

ganancia de pesos no mostró diferencias significativas ($p < 0,05$) durante los 14 días de ensayo, lo que sugiere ausencia de efectos tóxicos sistémicos.

parte del personal durante la manipulación debido a su naturaleza no alergénica.

Con respecto a los datos analizados de capacidad antioxidante y contenido de fenoles tuvieron una distribución normal ($p \leq 0,05$) lo que permite tomar la media de las muestras como una media poblacional. La Tabla 2 muestra la comparación de los parámetros de interés en las diferentes infusiones, resultando un contenido elevado de fenoles y capacidad antioxidante similar otros tipos de café y cacao (16). En la Tabla 3 se reflejan la descripción dada por los catadores, donde la mayor descripción estuvo en cuanto al olor y sabor. La descripción sensorial de los catadores posiciona este producto con cualidades para ser comercializado y consumido por la población.

Tabla 2. Comparación de las infusiones obtenidas de 30 g de polvo de café con cáscara tostado molido en 300 mL de agua

	Fenoles (mg ácido gálico /100 mL)	FRAP (mmol Fe ²⁺ /100mL)
Lote 1	555 ± 36 ^a	9102 ± 23 ^a
Lote 2	575 ± 12 ^a	10550 ± 54 ^a
Lote 3	567 ± 8 ^a	10400 ± 65 ^c
Media	565 ± 66	10023 ± 33

Letras distintas indican diferencia estadísticamente significativa (p≤0,05) para filas.

Tabla 3. Descripción del olor y sabor café con cáscara tostado molido

Atributo	Descripción
Notas de sabor	Amargo, sabor verde, herbal, tostado, acidez, viejo, astringente, sabor residual
Notas de olor	Herbal, ligero aroma a café
Fragancia/aroma	7,25
Sabor	7,33
Sabor residual	7,33
Acidez	7,42
Cuerpo	7,17
Balance acidez/amargor	7,33
Uniformidad	10
Taza limpia	10

CONCLUSIONES

El café con cáscara tostado molido no es tóxico tras la exposición a dosis orales de 2 g/kg de peso corporal. Presenta un contenido de 10023 mmol Fe²⁺/100 mL y un contenido de fenoles de 565 mg/100 mL expresado en ácido gálico. Se identificaron descriptores preliminares de calidad del café con cáscara tostado molido destacándose sabor amargo, nota herbal, astringencia y balance acidez y amargor.

REFERENCIAS

1. Gutiérrez V, Penaloza M, Ibarra A, Sebastián J, Badoui N, Helena L. Consumo habitual de café y riesgo de enfermedad cardiovascular: una evaluación crítica de la literatura. *Rev. Colomb. Cardiol* 2020; 27 (6): 621-29.
2. González O, Suárez M, Winkler R, Ramírez, A. Caracterización química de una nueva variedad de Coffearabica L. cosechado en 2016 en Huatusco, Veracruz-México. *Rev. Colomb. Investig. agroindustriales* 2018; 5(2): 86-97.
3. Heeger A, Kosińska A, Cantergiani E, Andlauer W. Bioactives of coffee cherry pulp and its utilization for production of Cascara beverage. *Food Chem* 2017; 221: 969-75. <https://doi.org/10.1016/j.foodchem.2016.11.067>.
4. Hoseini M, Cocco S, Casucci C, Cardelli V, Corti G. Coffee by products derived resources. A review. *Biomass and Bioenergy* 2021: 148, 106009. <https://doi.org/10.1016/j.biombioe.2021.106009>.
5. Dos Santos É, de Macedo L, Tundisi L, Ataíde J., Camargo G, Alves R, Oliveira B, Mazzola P. Coffee by-products in topical formulations: A review. *Trends in Food Sci*

- Technol, 2021: 111, 280-91. <https://doi.org/10.1016/j.tifs.2021.02.064>
6. Galanakis CM. Recovery of high added-value components from food wastes: Conventional, emerging technologies and commercialized applications. *Trends in Food Sci Technol* 2012; 26:68-87.
 7. Del Castillo M, Iriondo A, Martínez N, Fernández B, Iriondo M, Zhou J. Chapter 6. Applications of recovered compounds in food products. En C. Galanakis (Ed.), *Handbook of Coffee Processing By-Products* 2017: 171-94. Academic Press.
 8. Molina JL, Alonso G, Heredia D, García MN, Sánchez C, Castro M, Chaviano L. Bioética en la Experimentación Animal. *Rev. electrón. vet* 2015; 16(2): 1-19.
 9. OECD. Guidelines for testing of chemical, Acute Oral Toxicity – Acute Toxic Class Method TG 423, 2001.
 10. Álvarez I, Tendillo FJ. Métodos de anestesia, analgesia y eutanasia. En: Zúñiga J M, J A Tur, N Milocco, R Piñeiro. *Ciencia y Tecnología en protección y experimentación animal*, McGraw-Hill/Interamericana, España 2001: 385-418.
 11. Benzie I.F., Strain J. The ferric reducing ability of plasma (FRAP) as a measure of antioxidant power: The FRAP assay. *Anal. Biochem* 1996; 239: 70-6.
 12. Slinkard K., Singleton V. Total phenol analysis: automation and comparison with manual methods. *Am. J. Enol. Vitic* 1997; 28: 49– 55.
 13. NC-ISO 11035. Análisis sensorial-Identificación y selección de descriptores para el establecimiento de un perfil sensorial mediante un enfoque multidimensional. Cuba; 2015.
 14. Duarte C. Metodología para la evaluación de la calidad sensorial de los alimentos. *Cienc Tecnol Aliment.* 2017. 27(2), 47-53. <https://revcictecal.iiia.edu.cu/revista/index.php/RCTA/article/view/145>
 15. EPA 712–C–02–190. Health Effects Test Guidelines OPPTS 870.1100 Acute Oral Toxicity; 2022.
 16. Pérez D. Caracterización de la cascarilla del grano de cacao tostado y aplicación en productos de repostería (tesis doctoral). La Habana: Instituto de Farmacia y Alimentos, Universidad de La Habana; 2021.