



Perfil de flavonoides glicosilados, ácidos fenólicos y metilxantinas por HPTLC en subproductos de *Teobroma cacao* trinitario cultivado en Palermo, Huila.

Profile of glycosylated flavonoids, phenolic acids and methylxanthines by HPTLC in by-products of *Teobroma cacao* Trinitario grown in Palermo, Huila

Mariana BONILLA BRAVO*¹, Geison MODESTI COSTA¹

¹ Grupo de Investigación Fitoquímica Universidad Javeriana (GIFUJ), Departamento de Química, Facultad de Ciencias, Pontificia Universidad Javeriana, Bogotá, Colombia. *mariana-bonilla@javeriana.edu.co

Presentación Póster No. 70

ABSTRACT

Cocoa is cultivated in humid tropical regions and is the third most important agricultural export worldwide, following coffee and sugar ^[1]. In Colombia, its cultivation has gained relevance within government programs aimed at promoting peace in post-conflict regions and replacing illicit crops ^[2]. The country currently has over 140,000 hectares of cocoa plantations, with Trinitario being the predominant variety ^[3]. However, cocoa production generates significant waste, reaching 2.1 million tons in 2021 ^[3]. These by-products, including the seed coat (testa), pod husk (pericarp), and pulp, are often discarded inefficiently, contributing to environmental impact due to their high organic matter content, which promotes bacterial degradation and greenhouse gas emissions ^[4].

Since more than 50% of the fruit's weight is converted into waste, the phytochemical analysis of these by-products could expand knowledge of their chemical composition, add value, and promote greater sustainability in the production chain [5]. In this context, this study aimed to analyze the profiles of flavonoids, phenolic acids, and methylxanthines in by-products of Trinitario cocoa cultivated in Palermo, Huila, Colombia.

Cocoa fruits were collected from a plantation in Palermo following a nested experimental design that considered microenvironmental variables such as vegetation cover, slope, and altitude. Three repetitions and three replicates of the sampling were conducted, yielding a total of 27 fruits. In the Phytochemistry Laboratory of PUJ, the pericarp, pulp, and testa were separated from each fruit, generating 27 extracts through aqueous infusion. The extracts were then frozen, lyophilized, dissolved in methanol:water (10 mg/mL), filtered (0.22 µm), and analyzed using High-Performance Thin-Layer Chromatography (HPTLC) to identify their chemical profiles.



The results revealed the presence of theobromine exclusively in the testa, with no alkaloids detected in the other tissues. Caffeic acid was identified in all three tissues but was restricted to trees 1, 2, 3, and 4. Additionally, another type of phenolic acid was detected in all tissues and trees analyzed. Regarding flavonoids, only aglycone flavonols were found in the testa of trees 1 and 2. Overall, all three tissues exhibited a higher abundance of glycosylated flavonoids, with glycosylated kaempferol present in all samples and all tissues, showing the highest concentration in the testa.

These findings suggest that the testa has a more complex phytochemical profile compared to the other tissues. Although the tissues share a general chromatographic pattern, differences in the abundance and presence of secondary metabolites were observed, possibly influenced by the specific microclimatic conditions of each tree. In summary, the results confirm the potential of cocoa by-products as sources of bioactive compounds of interest for the pharmaceutical and other industries.

Key words:

Theobroma cacao, Methylxanthines, Phenolic Acids, Flavonoids, By-products

RESUMEN

El cacao se cultiva en zonas tropicales húmedas y es el tercer producto agrícola de exportación más importante a nivel mundial, después del café y el azúcar ^[1]. En Colombia, su cultivo ha ganado relevancia dentro de programas gubernamentales que promueven la paz en regiones posconflicto y buscan reemplazar cultivos ilícitos ^[2]. Actualmente, el país cuenta con más de 140.000 hectáreas sembradas, predominando la variedad Trinitario ^[3]. Sin embargo, la producción de cacao genera una gran cantidad de residuos, alcanzando 2,1 millones de toneladas en 2021 ^[3]. Estos subproductos, como la cáscara de los granos (testa), la cáscara de la mazorca (pericarpio) y la pulpa, suelen ser desechados de manera ineficiente, contribuyendo al impacto ambiental debido a su alto contenido de materia orgánica, que favorece la degradación bacteriana y la emisión de gases de efecto invernadero ^[4].

Dado que más del 50% del peso del fruto se convierte en residuos, el análisis fitoquímico de estos subproductos podría ampliar el conocimiento sobre su composición química y generar valor agregado, promoviendo una mayor sostenibilidad en la cadena productiva ^[5]. En este contexto, el presente estudio tuvo como objetivo analizar los perfiles de flavonoides, ácidos fenólicos y metilxantinas en subproductos del cacao Trinitario cultivado en Palermo, Huila, Colombia.

Los frutos de cacao fueron recolectados en una plantación del municipio de Palermo, siguiendo un diseño experimental anidado que consideró variables microambientales como cobertura vegetal, pendiente y altitud. Se realizaron tres repeticiones y tres réplicas del muestreo, obteniendo un total de 27 frutos. En el Laboratorio de Fitoquímica de la PUJ, se separaron el pericarpio, pulpa y testa de cada fruto, generando 27 extractos mediante infusión acuosa. Posteriormente, los extractos fueron congelados, liofilizados y disueltos en metanol:agua (10



mg/mL), filtrados (0,22 μ m) y analizados mediante Cromatografía en Capa Delgada de Alta Eficiencia (HPTLC) para identificar sus perfiles químicos.

Los resultados evidenciaron la presencia de teobromina exclusivamente en la testa, sin detección de alcaloides en los demás tejidos. Se identificó ácido cafeico en los tres tejidos, pero únicamente en árboles 1, 2, 3 y 4, mientras que otro ácido fenólico estuvo presente en todos los tejidos y árboles analizados. En cuanto a los flavonoides, solo se detectaron flavonoles agliconados en la testa de los árboles 1 y 2. En general, los tres tejidos presentaron una mayor abundancia de flavonoides glicosilados, destacando el kaempferol glicosilado en todas las muestras, con mayor concentración en la testa.

Estos hallazgos sugieren que la testa presenta un perfil fitoquímico más complejo en comparación con los otros tejidos. A pesar de compartir un patrón cromatográfico general, existen diferencias en la abundancia y la presencia de metabolitos secundarios, posiblemente influidas por las condiciones microclimáticas de cada árbol. En conjunto, los resultados confirman el potencial de los subproductos del cacao como fuentes de compuestos bioactivos de interés para la industria farmacéutica y otros sectores.

Palabras clave:

Theobroma cacao, Metilxantinas, Ácidos fenólicos, Flavonoides, Subproductos

Agradecimientos/Acknowledgements

Los autores les gustaría agradecer a la Pontificia Universidad Javeriana y la Vicerrectoria de Investigación (Proyecto ID 2137) por el apoyo a la participación en el evento.

The authors would like to thank the Pontificia Universidad Javeriana and the Vicerrectoria de Investigación (Project ID 2137) for supporting participation in the event.

Referencias/References

[1] OSORIO-GUARÍN, J. A., BERDUGO-CELY, J., CORONADO, R. A., ZAPATA, Y. P., QUINTERO, C., GALLEGU-SÁNCHEZ, G., & YOCKTENG, R. (2017). Colombia: A source of cacao genetic diversity as revealed by the population structure analysis of germplasm bank of *Theobroma cacao* L. *Frontiers in Plant Science*, 8: 1994. [[DOI](#)]

[2] ABBOTT, P. C., BENJAMIN, T. J., BURNISKE, G. R., CROFT, M. M., FENTON, M., KELLY, C. R., & WILCOX, M. D. (2018). An analysis of the supply chain of cacao in Colombia.

[3] MEZA-SEPÚLVEDA, D. C., CASTRO, A. M., ZAMORA, A., ARBOLEDA, J. W., GALLEGU, A. M., & CAMARGO-RODRÍGUEZ, A. V. (2021). Bio-based value chains potential in the management of cacao pod waste in Colombia, a case study. *Agronomy*, 11(4): 693. [[DOI](#)]



REVISTA PRODUCTOS NATURALES

ISSN 1916-2413



Vol. 6 Núm. 1 (2025): I Congreso Colombiano de Productos Naturales

Disponible en línea en

<https://www.nozomiscience.org/index.php/rpn/issue/view/587>

doi: <https://doi.org/10.3407/rpn.v6i1pp70>



[4] CAMPOS-VEGA, R., NIETO-FIGUEROA, K. H., & OOMAH, B. D. (2018). Cocoa (*Theobroma cacao* L.) pod husk: Renewable source of bioactive compounds. *Trends in Food Science and Technology*, 81: 172–184. [DOI]

[5] ODDOYE, E. O., AGYENTE-BADU, C. K., & GYEDU-AKOTO, E. (2013). Cocoa and its by-products: Identification and utilization. In: *Chocolate in Health and Nutrition*, pp. 23–37.