

Optimización de la extracción de aceite esencial de rizomas de *Hedychium coronarium* mediante hidrodestilación asistida por microondas: composición química y evaluación de la actividad antioxidante y repelente

Optimization of Essential Oil Extraction from Rhizomas of *Hedychium coronarium* By Microwave Assisted Hydrodistillation: Chemical Composition and Evaluation of Antioxidant and Repellant Activity

Yeferson Ospina Balvuela^{1*}, Laura Camila Gómez Portela¹, Eunice Ríos Vasquez¹

¹Facultad de Ciencias Básicas y Tecnologías, Programa de Química, Universidad del Quindío, Armenia, Quindío, Colombia. * yospina@uniquindio.edu.co

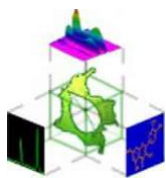
Presentación Oral 44

ABSTRACT

Hedychium coronarium, commonly called butterfly ginger, is an Asian plant classified as invasive in South America, with particular attention in Colombia ^[1-2]. Its rhizomes contain essential oils (EO) rich in monoterpenes such as eucalyptol, β -pinene, α -pinene, and α -terpineol. These components have relevant biological properties, such as antimicrobial, larvicidal, anti-inflammatory, antioxidant, and repellent activities ^[3].

This study addressed the extraction of EO's from *H. coronarium* using microwave-assisted hydrodistillation (MAHD). To optimize the process, a Box-Behnken design (BBD) was employed considering three factors: extraction time, irradiation power and water volume. In addition, an ultrasound pretreatment (US+MAHD) was tested, comparing methods in yield, chemical composition, and energy consumption versus conventional hydrodistillation. Metabolite identification was performed by gas chromatography coupled to mass spectrometry (GC-MS), using the NIST 2013 library and Kovats indices. To evaluate biological properties, antioxidant activity (DPPH assay) and repellent activity against weevils (*Sitophilus* spp.) were measured.

BBD showed that EO's yields ranged from 0.176% to 0.282%, with volume and microwave power being key factors, while time had no significant impact. The optimum conditions in MAHD were: 480 mL of water, 500 W and 40 min, achieving a yield of 0.283%. The US+MAHD pretreatment increased the yield by 13% over MAHD and 1.9 times over conventional hydrodistillation (HD). In terms of energy efficiency, MAHD (with/without ultrasound) was more efficient in electricity consumption and CO₂ emissions compared to HD, in addition to requiring less time. The methods evaluated did not significantly alter the chemical composition and physical properties of the EOs, with 14 major compounds detected, notably 1,8-cineole (51.17%), Terpinen-4-ol (17.22%) and Citronellal (8.39%). Antioxidant activity increased with EO concentration, reaching an IC₅₀ of 49.096



mg/mL. In the bioassays, the EO's showed repellent efficacy against weevils, achieving more than 80% repellency at concentrations of 0.503-1.006 $\mu\text{L}/\text{cm}^2$, maintained up to 24 hours after application. This study allowed determining the optimal conditions for the extraction of essential oils by microwave-assisted hydrodistillation, highlighting the influence of volume and irradiation power on the yield. Moreover, the combination of ultrasound and microwave significantly improved yields without altering the chemical composition of the EOs. *H. coronarium* essential oils demonstrated remarkable biological activities: considerable antioxidant activity that increased with essential oil concentration, reaching an IC_{50} of 49.096 mg/mL, and high repellent efficacy against weevils (*Sitophilus* spp.), achieving more than 80% repellency at concentrations of 0.503-1.006 $\mu\text{L}/\text{cm}^2$, an effect that persisted up to 24 hours. These properties underline its potential as a sustainable source of bioactive compounds for applications in pest control, health and environmental conservation.

Key words:

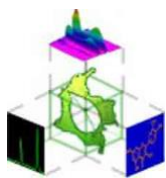
Hedychium coronarium, ultrasound, microwave, repellency, *Sitophilus*, antioxidant

RESUMEN

Hedychium coronarium, comúnmente llamado jengibre mariposa, es una planta asiática catalogada como invasora en Sudamérica, con particular atención en Colombia ^[1-2]. Sus rizomas contienen aceites esenciales (AE) ricos en monoterpenos como eucaliptol, β -pineno, α -pineno y α -terpineol. Estos componentes tienen propiedades biológicas relevantes, como actividades antimicrobianas, larvicidas, antiinflamatorias, antioxidantes y repelentes ^[3].

Este estudio abordó la extracción de AE de *H. coronarium* usando hidrodestilación asistida por microondas (HDAM). Para optimizar el proceso, se empleó un diseño Box-Behnken (DBB) considerando tres factores: tiempo de extracción, potencia de irradiación y volumen de agua. Además, se probó un pretratamiento con ultrasonido (US+HDAM), comparando métodos en rendimiento, composición química y consumo energético frente a la hidrodestilación convencional. La identificación de metabolitos se realizó mediante cromatografía de gases acoplada a espectrometría de masas (CG-EM), utilizando la biblioteca NIST 2013 y los índices de Kovats. Para evaluar propiedades biológicas, se midieron la actividad antioxidante (ensayo DPPH) y la actividad repelente contra gorgojos (*Sitophilus* spp.).

El DBB mostró que los rendimientos de AE oscilaron entre 0.176% y 0.282%, siendo el volumen y la potencia de microondas factores clave, mientras que el tiempo no tuvo impacto significativo. Las condiciones óptimas en HDAM fueron: 480 mL de agua, 500 W y 40 minutos, logrando un rendimiento del 0.283%. El pretratamiento US+HDAM incrementó el rendimiento en 13% respecto a HDAM y 1.9 veces frente a la hidrodestilación convencional (HD). En términos de eficiencia energética, HDAM (con/sin ultrasonido) fue más eficiente en consumo eléctrico y emisiones de CO_2 en comparación con HD, además de requerir menos tiempo. Los métodos evaluados no alteraron significativamente la composición química ni las propiedades físicas de los AE,



detectándose 14 compuestos principales, destacando 1,8-cineol (51.17%), Terpinen-4-ol (17.22%) y Citronelal (8.39%). La actividad antioxidante se incrementó con la concentración de AE, alcanzando un IC₅₀ de 49,096 mg/mL. En los bioensayos, los AE mostraron eficacia repelente contra gorgojos, logrando más del 80% de repelencia a concentraciones de 0,503-1,006 µL/cm², manteniéndose hasta 24 horas después de la aplicación. Este estudio permitió determinar las condiciones óptimas para la extracción de aceites esenciales mediante hidrodestilación asistida por microondas, destacando la influencia del volumen y la potencia de irradiación en el rendimiento. Además, la combinación de ultrasonido y microondas mejoró significativamente los rendimientos sin alterar la composición química de los AE. Los aceites esenciales de *H. coronarium* demostraron actividades biológicas notables: una considerable actividad antioxidante que incrementó con la concentración del aceite esencial, alcanzando un IC₅₀ de 49,096 mg/mL, y una elevada eficacia como repelente contra gorgojos (*Sitophilus* spp.), logrando más del 80% de repelencia a concentraciones de 0,503-1,006 µL/cm², efecto que persistió hasta 24 horas. Estas propiedades subrayan su potencial como fuente sostenible de compuestos bioactivos para aplicaciones en control de plagas, salud y conservación ambiental.

Palabras clave:

Hedychium coronarium, ultrasonido, microondas, repelencia, *Sitophilus*, antioxidante

Agradecimientos/Acknowledgements

A la Universidad de Quindío y al grupo QIDEA. A la Vicerrectoría de Investigaciones por la financiación del proyecto de investigación No. 1198.

Referencias/References

- [1]. J. D. González-Trujillo, M. R. Escobar-Alba, D. E. Lara, and J. E. Carvajal-C, "Mapping the threat: projecting invasive plant distribution in the tropical Andes under climate change," *Perspect Ecol Conserv*, vol. 22, no. 4, pp. 348–357, Oct. 2024, [\[DOI\]](#).
- [2] C. F. da Silva, R. R. Petró, R. N. Almeida, E. Cassel, and R. M. F. Vargas, "On the production and release of *Hedychium coronarium* essential oil from nanoformulations," *Ind Crops Prod*, vol. 171, p. 113984, Nov. 2021, [\[DOI\]](#).
- [3] A. S. Lima *et al.*, "Anthelmintic effect of essential rhizome oil from *Hedychium coronarium* Koenig (Zingiberaceae) introduced in Northeastern Brazil," 2021, [\[DOI\]](#)