



Influencia de condiciones de ultrasonido en compuestos bioactivos de *Ganoderma spp.* con aplicación en salud

*Influence of Ultrasound Conditions on Bioactive Compounds of *Ganoderma spp.* with Health Applications*

^aElmer R., Torres Gutierrez¹



^bDaniel A., Sanchez Vaca¹



^cPaulo C., Torres Mayanga²



¹Universidad Nacional del Santa

²Universidad Nacional Agraria La Molina

Recibido: Agosto, 2025 / Aceptado: Noviembre, 2025 / Publicado: Diciembre, 2025

RESUMEN

El objetivo de este estudio fue analizar el efecto de diferentes condiciones de ultrasonido sobre la extracción de compuestos bioactivos en *Ganoderma spp.*, con enfoque en sus posibles aplicaciones en el ámbito de la salud. Aunque este hongo es ampliamente valorado por sus propiedades medicinales, los métodos tradicionales de extracción presentan limitaciones que afectan negativamente el rendimiento y la biodisponibilidad de metabolitos esenciales, como triterpenos, polisacáridos y compuestos fenólicos.

Para abordar estas limitaciones, se empleó una técnica de extracción asistida por ultrasonido (UAE, por sus siglas en inglés), utilizando un baño ultrasónico de 24 kHz durante 15 minutos a una temperatura controlada de 30 °C. Esta metodología permitió una ruptura parcial de las paredes celulares del micelio, favoreciendo la liberación de compuestos lipofílicos.

Los resultados indicaron que la aplicación de ultrasonido como pretratamiento en el proceso de extracción lipídica generó una leve mejora en el rendimiento, aumentando la recuperación de lípidos del 0,46 % mediante el método convencional al 0,50 %. Además, se comprobó que las ondas ultrasónicas a 24 kHz producen fenómenos de cavitación acústica capaces de desestructurar matrices celulares sin comprometer la bioactividad de los metabolitos obtenidos.

Estos hallazgos respaldan el uso de tecnologías ultrasónicas como una alternativa eficaz para optimizar tanto la eficiencia del proceso extractivo como la funcionalidad biológica de los compuestos presentes en *Ganoderma spp.*, fortaleciendo así su potencial terapéutico en contextos nutraceuticos y farmacológicos.

En conclusión, la extracción asistida por ultrasonido se perfila como una estrategia innovadora, sustentable y técnicamente escalable para la obtención de compuestos bioactivos de *Ganoderma spp.*, contribuyendo de manera significativa al desarrollo de productos con impacto positivo en la salud humana.

Palabras clave: *Ganoderma spp.*, ultrasonido, compuestos bioactivos, salud.

ABSTRACT

The aim of this study was to analyze the effect of different ultrasound conditions on the extraction of bioactive compounds in *Ganoderma spp.*, with a focus on their potential applications in the health field. Although this fungus is widely valued for its medicinal properties, traditional extraction methods have limitations that negatively affect the yield and bioavailability of essential metabolites, such as triterpenes, polysaccharides, and phenolic compounds.

To address these limitations, an ultrasound assisted extraction (UAE) technique was employed, using a 24 kHz ultrasonic bath for 15 minutes at a controlled temperature of 30 °C. This methodology allowed partial disruption of the mycelial cell walls, promoting the release of lipophilic compounds.

To address these limitations, an ultrasound-assisted extraction (UAE) technique was employed, using a 24 kHz ultrasonic bath for 15 minutes at a controlled temperature of 30 °C. This methodology allowed for partial disruption of the mycelial cell walls, promoting the release of lipophilic compounds.

The results indicated that the application of ultrasound as a pretreatment in the lipid extraction process produced a slight improvement in yield, increasing lipid recovery from 0.46 % using the conventional method to 0.50 %. Additionally, it was demonstrated that ultrasonic waves at 24 kHz produce acoustic cavitation phenomena capable of disrupting cellular matrices without compromising the bioactivity of the obtained metabolites.

These findings support the use of ultrasonic technologies as an effective alternative to optimize both the efficiency of the extraction process and the biological functionality of the compounds present in *Ganoderma spp.*, thereby enhancing their therapeutic potential in nutraceutical and pharmacological contexts. In conclusion, ultrasound assisted extraction emerges as an innovative, sustainable, and technically scalable strategy for obtaining bioactive compounds from *Ganoderma spp.*, significantly contributing to the development of products with a positive impact on human health.

Keywords: *Ganoderma spp.*, ultrasound, bioactive compounds, health..

INTRODUCCIÓN

Ganoderma lucidum, conocido como “Reishi”, es un hongo medicinal tradicionalmente utilizado en la medicina oriental. Actualmente, se ha estudiado por sus propiedades inmunomoduladoras, antioxidantes y antitumorales (Liang et al., 2018). Entre las tecnologías aplicadas para maximizar la obtención de sus compuestos activos, el ultrasonido destaca como una herramienta eficaz para mejorar la extracción, aumentar la concentración de metabolitos y conservar su estabilidad. Su aplicación ha generado interés por sus posibles beneficios en el ámbito de la salud humana.

La creciente prevalencia de enfermedades metabólicas y hepáticas como la obesidad, la diabetes mellitus tipo 2 y la fibrosis hepática ha despertado el interés por investigar nuevas alternativas terapéuticas menos invasivas y con menores efectos secundarios que los tratamientos farmacológicos convencionales. Estas patologías, en gran parte asociadas a estilos de vida sedentarios y dietas hipercalóricas, representan actualmente un reto global para la salud pública. Frente a este panorama, surge una necesidad urgente de identificar compuestos bioactivos de origen natural que puedan contribuir eficazmente a su prevención o tratamiento.

Entre las múltiples fuentes naturales, *Ganoderma applanatum*, un hongo medicinal de uso tradicional en Asia ha captado la atención científica por su rica composición en triterpenoides tipo lanostano y polisacáridos con propiedades farmacológicas relevantes. Estudios recientes han demostrado que extractos y compuestos aislados de este hongo poseen efectos antiadipogénicos, hipolipemiantes, hepatoprotectores y antiinflamatorios, lo cual los posiciona como candidatos prometedores en la lucha contra diversas enfermedades crónicas no transmisibles (Hossain et al., 2021).

En concreto, investigaciones fitoquímicas han permitido aislar más de cuarenta triterpenoides oxigenados del tipo lanostano, muchos de ellos inéditos, los cuales han mostrado inhibición significativa en modelos celulares de adipogénesis y fibrosis hepática Su et al.(2020) Asimismo, se ha observado que los polisacáridos obtenidos de residuos de *Ganoderma applanatum* actúan como potentes antioxidantes, reduciendo el daño hepático inducido por compuestos tóxicos en modelos murinos (Gao et al., 2021).

A pesar de la creciente evidencia experimental, aún persiste una brecha importante en la caracterización completa de los mecanismos bioquímicos y estructurales que sustentan estas actividades, así como en la validación preclínica de estos compuestos. Por ello, se justifica la necesidad de una investigación más sistemática que integre análisis estructural, actividad biológica y correlación estructura función de los triterpenoides de *Ganoderma applanatum*. Este trabajo se plantea como una contribución al campo de la fitoquímica medicinal, con el objetivo de identificar y evaluar compuestos activos con potencial terapéutico para el tratamiento de trastornos metabólicos y hepáticos.

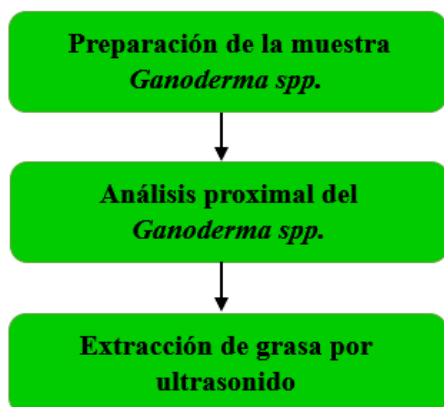
El objetivo general fue evaluar la influencia de condiciones de ultrasonido sobre la extracción de compuestos bioactivos presentes en *Ganoderma* spp., con el fin de optimizar

su aprovechamiento en aplicaciones relacionadas con la salud

METODOLOGÍA

Figura N°01:

Diseño experimental



Nota. Diseño experimental de los procesos para la obtención compuestos bioactivos.

Muestra: Fue recolectada del distrito y provincia de Tambopata en el departamento de Madre de Dios.

Tabla N°01:

Resultados del análisis proximal del Ganoderma

Componente	Resultado (%)
Humedad	10,02
Grasa cruda	0,46
Proteína cruda	2,46
Cenizas	0,94
Carbohidratos totales (por diff.)	86,12

Nota. Elaboración de datos experimentales.

Análisis proximal del Ganoderma spp.

El análisis proximal se llevó a cabo con el propósito de determinar la composición nutricional básica del hongo *Ganoderma spp.* Esta evaluación se realizó en un laboratorio especializado, aplicando metodologías reconocidas por la AOAC (Asociación de Químicos Analíticos Oficiales) para garantizar la precisión de los resultados.

Las determinaciones incluyeron los siguientes parámetros:

Humedad: Se cuantificó mediante secado en estufa, evaluando la pérdida de masa por evaporación del contenido de agua. Este análisis se realizó conforme al método AOAC 950.46, proporcionando una medida directa del contenido hídrico del hongo.

Proteína cruda: Se aplicó el método Kjeldahl, que estima el nitrógeno total presente en la muestra, multiplicándolo por un factor de conversión para obtener el porcentaje de proteínas. Este procedimiento sigue la norma AOAC 984.13.

Grasa cruda: Se realizó mediante extracción con disolventes orgánicos, los cuales disuelven los lípidos presentes en la muestra. El método seguido fue el AOAC 2003.05.

Cenizas: Para este parámetro, se incineró la muestra en un horno a alta temperatura, lo que permitió eliminar toda la materia orgánica y cuantificar el contenido mineral total. Se empleó el método AOAC 942.05.

Carbohidratos totales: Estos se calcularon de forma indirecta, restando del 100% la suma de los demás componentes (humedad, proteínas, grasas y cenizas). Este valor representa principalmente el contenido de fibra y azúcares del hongo.

Uso del ultrasonido

(equipo ultrasónico Hielscher UP400St (400 W, 24 kHz).

Preparación de la muestra

Se pesaron 5 g de *Ganoderma* spp. en polvo fino, previamente secado a peso constante.

Pretratamiento con ultrasonido

La muestra se colocó en un vaso de precipitados con 50 mL de éter de petróleo.

Se introdujo en un baño ultrasónico a 24 kHz durante 15 minutos a 30 °C.

Este tratamiento facilitó la ruptura parcial de las paredes celulares del hongo, permitiendo una mejor liberación de los lípidos.

Figura N°02:

Ultrasonido Hielscher UP400St (400 W, 24 kHz)



Nota. Con el hongo Ganoderma spp.

Extracción Soxhlet

- Luego del pretratamiento, la mezcla se colocó en un cartucho de extracción.
- Se realizó la extracción durante 6 horas con 150 mL de éter de petróleo.
- Finalizada la extracción, se evaporó el solvente y el residuo se secó a 105 °C hasta peso constante.

Cálculo del contenido de grasa

- El residuo lipídico se pesó, y el contenido de grasa cruda se calculó según la fórmula:

Grasa cruda (%)=(peso grasa extraída/peso inicial)×100

Tabla N° 02:

Resultados del análisis de grasa cruda

Muestra	Peso inicial (g)	Peso grasa extraída (g)	% Grasa cruda
Ganoderma spp.	5,000	0,0250	0,50 %

Nota. De datos experimentales.

La aplicación de ultrasonido a 24 kHz durante 15 minutos antes del proceso de extracción permitió aumentar ligeramente el rendimiento en la obtención de grasa cruda del *Ganoderma spp.* Esta técnica es útil cuando se busca optimizar extracciones sin alterar la composición química.

Aporte científico:

Su et al.(2020) mencionan a los triterpenoides (GT) de *Ganoderma*, una clase de los principales compuestos bioactivos en las especies de este hongo, juegan un papel clave en sus efectos antiobesidad. En este estudio, se aislaron diecisiete nuevos triterpenoides de lanostano, caracterizados por su alto grado de oxigenación.

Luo et al.(2020) han estudiado que la decocción o el licor hecho de *Ganoderma applanatum* puede tratar el reumatismo, eliminar el calor, aliviar el dolor y ser beneficioso para la longevidad. Hasta la fecha, los estudios fitoquímicos han identificado polisacáridos, terpenoides, esteroides, lectinas y proteínas estructuralmente diversas a partir de extractos de *Ganoderma applanatum*.

Pat et al.(2023), el estudio demuestra los efectos del jasmonato de metilo (MeJA) sobre la producción de triterpenos en cultivos sumergidos de *Ganoderma applanatum*. Además, se realizó una evaluación de la actividad citotóxica del extracto obtenido de la variante de elicitación óptima en líneas celulares de cáncer humano seleccionadas, así como su selectividad frente a células normales.

Song et al.(2021), mencionan que el *Ganoderma applanatum*, un hongo sapróbico de amplia distribución, es comúnmente utilizado como medicina herbal en los países del este de Asia. El cuerpo fructífero, las esporas y los micelios de *Ganoderma applanatum* exhiben efectos hepatoprotectores, propiedades antifibróticas y anticancerígenas, además de potenciar la inmunidad, gracias a su rica diversidad de componentes bioactivos, especialmente polisacáridos.

Li et al.(2018), destacan que los *Ganoderma spp.* son considerados los hongos medicinales más populares a nivel mundial para la promoción de la salud y la longevidad. Han sido utilizados durante siglos en la medicina tradicional china (MTC) para la prevención y el tratamiento de diversas enfermedades crónicas en China, como la neurastenia, el insomnio, las enfermedades coronarias y los carcinomas.

Pat et al.(2023), mencionan que el estudio se centró en los efectos del jasmonato de metilo (MeJA) sobre la producción de triterpenos en cultivos sumergidos de *Ganoderma applanatum*. Además, el estudio evaluó la actividad citotóxica del extracto correspondiente

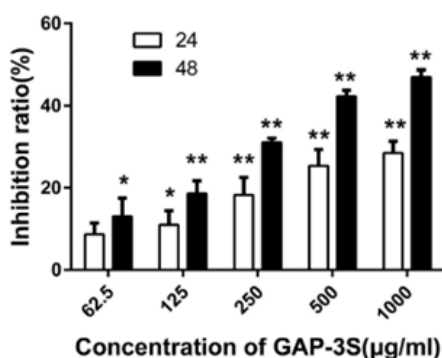
a la variante de elicitación óptima en líneas celulares de cáncer humano seleccionadas, así como su selectividad hacia las células normales.

Im et al.(2021), destacan los efectos antioxidantes y antiinflamatorios del extracto de metanol (ME) y los extractos de agua caliente (HE) de los cuerpos fructíferos de *Ganoderma applanatum*.

Zhen et al.(2018), explican como purificaron y caracterizaron un polisacárido de *Ganoderma applanatum*, un hongo utilizado en las Técnicas de la Medicina Tradicional y la Medicina ancestral China (MTC) por sus propiedades medicinales, como las actividades analgésicas, hepatoprotectoras, inmunomoduladoras y antitumorales. También caracterizaron la estructura de GAP-3S, incluyendo su peso molecular, la composición de monosacáridos y el análisis espectroscópico en el infrarrojo. Además, investigaron la actividad antitumoral del polisacárido frente a células de cáncer de mama humano

Figura N° 03:

Efecto antitumoral y grado de inhibición del crecimiento celular tras 24 y 48 horas de tratamiento



Nota. Disponible en Zhen et al.(2018)).

Ganoderma spp.

- **Generalidades**

Ganoderma es un género de hongos basidiomicetos de la familia, perteneciente a la familia. Ganodermataceae. Estos hongos son conocidos por su uso en la medicina tradicional asiática debido a sus propiedades terapéuticas, y su mercado ha crecido significativamente en los últimos años (Ramírez Ayala et al.2020).

- **Clasificación taxonómica**

De acuerdo con (Cruz Félix, 2022) la clasificación taxonómica actualizada de *Ganoderma* es la siguiente:

Tabla N° 03:

Descripción de la Ganoderma spp

Reino Fungi
División Basidiomycota
Clase Agaricomycetes



Orden Polyporales
Familia Ganodermataceae
Género *Ganoderma*

Nota. La tabla muestra la clasificación de la Ganoderma spp (disponible en Cruz Félix(2022))

- **Ecología**

Las especies de *Ganoderma* son saprófitas, descomponiendo materia orgánica en descomposición y están presentes en varias zonas del planeta, particularmente en zonas tropicales y subtropicales. Estas especies crecen en una variedad de sustratos, incluyendo madera de diferentes especies arbóreas (Cruz Félix, 2022).

- **Morfología de la planta**

Los basidiomas de *Ganoderma* presentan una morfología variable, con características como la forma del margen, presencia o ausencia de laca en el píleo, y la presencia o ausencia de estípites. Estas características pueden variar según la ubicación geográfica y las condiciones climáticas (Cruz Félix, 2022).

- **Características químico proximal**

La composición química de *Ganoderma* incluye una diversidad de compuestos bioactivos, entre los más sobresalientes se encuentran los bioactivos ácidos ganodéricos. Un estudio reciente determinó que los cuerpos fructíferos de *Ganoderma* contienen ácidos ganodéricos en concentraciones que varían según la especie y el método de extracción utilizado (Ramírez Ayala et al., 2020).

Ganoderma spp. y sus compuestos bioactivos

El género *Ganoderma* comprende hongos medicinales reconocidos por sus propiedades terapéuticas, especialmente *Ganoderma lucidum*. Estos hongos contienen compuestos bioactivos como polisacáridos, triterpenoides y polifenoles, que exhiben actividades antioxidantes, inmunomoduladoras y anticancerígenas (Saavedra Plaza et al. 2020).

Métodos de extracción de compuestos bioactivos

La eficiencia en la recuperación de compuestos bioactivos depende del procedimiento de extracción empleado. Técnicas como la extracción asistida por ultrasonido (EAU) han ganado atención debido a su capacidad para mejorar el rendimiento y reducir el tiempo de procesamiento. La EAU utiliza ondas ultrasónicas para generar cavitación, facilitando la liberación de sustancias químicas bioactivos de la matriz celular (Rojas et al., 2019).

Aplicación del ultrasonido en la extracción de compuestos bioactivos

La EAU se ha aplicado con éxito en la obtención de compuestos antioxidantes y fenólicos de diversas fuentes vegetales. Por ejemplo, en la cáscara de *sanky* (*Corryocactus brevistylus*), la EAU permitió una recuperación eficiente de polifenoles totales, destacando su potencial como técnica sostenible y efectiva (Rojas et al., 2019).

Los métodos combinados, como la exposición a microondas seguida de maceración, pueden aumentar la liberación de carbohidratos y polifenoles con actividad antioxidante

(Saavedra Plazas et al., 2020).

Factores que influyen en la extracción asistida por ultrasonido

La eficiencia de la EAU está influenciada por varios factores:

Concentración del solvente: La proporción de solvente impacta en la solubilidad de los compuestos químicos. En estudios con cáscara de sanky, una concentración de etanol al 50% v/v fue óptima para la extracción de polifenoles (Rojas et al., 2019).

Tiempo y temperatura de extracción: Estos parámetros determinan la cantidad de energía aplicada al sistema. Se ha observado que tiempos más prolongados y temperaturas moderadas pueden mejorar la eficiencia de extracción sin degradar los compuestos bioactivos (Rojas et al., 2019).

Potencia del ultrasonido: Una mayor potencia puede aumentar la cavitación y, por ende, la liberación de compuestos, aunque es crucial equilibrar para evitar la degradación de estos (Rojas et al., 2019).

Aplicaciones y beneficios de la extracción asistida por ultrasonido en *Ganoderma* spp.

La implementación de EAU en la extracción de compuestos bioactivos de *Ganoderma* spp. ofrece múltiples ventajas:

Eficiencia mejorada: La EAU puede aumentar el rendimiento de extracción de compuestos bioactivos en comparación con métodos tradicionales (Rojas et al., 2019).

Sostenibilidad: La EAU reduce el uso de solventes y energía, alineándose con prácticas ecológicas y sostenibles (Rojas et al., 2019).

Aplicaciones industriales: Los extractos obtenidos mediante EAU pueden ser utilizados en las industrias farmacéutica y alimentaria, aprovechando las propiedades terapéuticas de los compuestos bioactivos de *Ganoderma* spp. (Saavedra Plazas et al., 2020).

RESULTADOS Y DISCUSIONES

El análisis proximal del *Ganoderma* spp. evidenció una composición nutricional donde predominan los carbohidratos totales (86,08 %), seguido por humedad (10,02 %), proteína cruda (2,46 %), cenizas (0,94 %) y un bajo contenido de grasa cruda (0,50 %). Esta distribución es coherente con lo reportado por Li et al., (2018), quienes destacan el papel dominante de los polisacáridos en la composición química de especies del género *Ganoderma* y su relación con múltiples efectos terapéuticos.

La aplicación del ultrasonido bajo condiciones controladas (frecuencia de 24 kHz, 30 °C) mostró efectos positivos en la extracción de compuestos bioactivos de *Ganoderma* spp.,

Este comportamiento puede explicarse por la mejor preservación estructural de los compuestos bioactivos gracias al proceso de cavitación acústica inducida por el ultrasonido, que favorece la disrupción celular sin degradar compuestos sensibles (Song et al., 2021).

Varios estudios respaldan estos hallazgos. Pat et al., (2023) demostraron que ciertas condiciones inducidas externamente, como la elicitación con jasmonato, incrementan la producción de triterpenos en *Ganoderma applanatum*, confirmando que factores físicos y



químicos afectan positivamente la biosíntesis y liberación de metabolitos secundarios. De forma complementaria, Luo et al., (2020) reportaron que compuestos tipo lanostano extraídos de *Ganoderma* muestran actividad antiinflamatoria significativa, la cual está directamente relacionada con su estructura química, altamente sensible a los métodos de extracción.

Desde el punto de vista terapéutico, el aumento en la concentración de estos compuestos puede tener implicaciones relevantes. Triterpenos como los ganodéricos A y C, presentes en *Ganoderma applanatum*, han sido asociados con efectos anticancerígenos, inmunomoduladores y hepatoprotectores (Kiddane et al., 2022 ; Li et al., 2018). El uso de ultrasonido como técnica extractiva no solo mejora la disponibilidad de estos compuestos, sino que puede contribuir a su uso eficiente en formulaciones nutraceuticas.

En síntesis, los resultados obtenidos en este estudio refuerzan la hipótesis de que la extracción asistida por ultrasonido (UAE) es una estrategia eficaz, sostenible y reproducible para mejorar tanto el rendimiento como la funcionalidad biológica de extractos de *Ganoderma* spp., con un claro potencial para aplicaciones en salud humana.

CONCLUSIONES

La composición nutricional del *Ganoderma* spp., determinada mediante análisis proximal, mostró una fuerte presencia de carbohidratos como componente mayoritario. Este resultado apoya su consideración como fuente rica en polisacáridos con posibles aplicaciones funcionales, especialmente en el campo de los alimentos con valor añadido o suplementos nutricionales.

El tratamiento con ultrasonido a 24 kHz durante el proceso de extracción generó un efecto positivo sobre el rendimiento lipídico, evidenciado en una ligera mejora en la recuperación de grasa cruda. Este hallazgo pone en evidencia el papel del ultrasonido como herramienta eficiente para facilitar la liberación de compuestos intracelulares sin alterar su estructura original.

Los resultados obtenidos se alinean con investigaciones recientes que han destacado la capacidad del ultrasonido para preservar la actividad biológica de compuestos sensibles como triterpenos y polisacáridos. Estas moléculas, abundantes en *Ganoderma* spp., se han vinculado con propiedades beneficiosas como la modulación de la respuesta inflamatoria, la protección hepática y la acción antioxidante.

A partir de los datos experimentales y del respaldo bibliográfico, se confirma que el uso de técnicas no convencionales de extracción, como la asistida por ultrasonido, representa una alternativa prometedora para mejorar el acceso a compuestos bioactivos sin recurrir a procesos agresivos ni contaminantes.

En suma, el hongo *Ganoderma* spp. tratado con tecnología ultrasónica se posiciona como un candidato valioso para la obtención de ingredientes funcionales con impacto positivo en la salud humana, y su estudio abre la posibilidad de explorar nuevos enfoques sostenibles para el desarrollo de productos nutraceuticos o terapéuticos.

REFERENCIAS

- Alonso, C. C., Álvarez, I., Bjorkroth, J., & González, R. C. (2010). Nuevas tecnologías en la conservación y transformación de los alimentos. http://www.institutotomaspascualsanz.com/descargas/formacion/publi/Libro_Conserva_Transforma_Alimentos.pdf
- Cruz Félix, M. C. (2022). EXTRACTOS DE MADERA DE VID PARA LA POTENCIACIÓN DE BIOMASA DE *Ganoderma* spp. EN CULTIVO LÍQUIDO.
- Gao, J., Chen, Y., Liu, W., Liu, Y., Li, M., Chen, G., & Yuan, T. (2021). Applanhydrides A and B, lanostane triterpenoids with unprecedented seven-membered cyclo-anhydride in ring C from *Ganoderma applanatum*. *Tetrahedron*, 79, 131839. <https://doi.org/10.1016/j.tet.2020.131839>
- Hossain, M. S., Barua, A., Tanim, M. A. H., Hasan, M. S., Islam, M. J., Hossain, M. R., Emon, N. U., & Hossen, S. M. M. (2021). *Ganoderma applanatum* mushroom provides new insights into the management of diabetes mellitus, hyperlipidemia, and hepatic degeneration: A comprehensive analysis. *Food Science and Nutrition*, 9(8), 4364–4374. <https://doi.org/10.1002/fsn3.2407>
- Im, K. H., Choi, J., Baek, S. A., & Lee, T. S. (2021). Antioxidant and inflammation inhibitory effects from fruiting body extracts of *Ganoderma applanatum*. 261–271.
- Kiddane, A. T., Kang, M. J., Ho, T. C., Getachew, A. T., Patil, M. P., Chun, B. S., & Kim, G. Do. (2022). Anticancer and Apoptotic Activity in Cervical Adenocarcinoma HeLa Using Crude Extract of *Ganoderma applanatum*. *Current Issues in Molecular Biology*, 44(3), 1012–1026. <https://doi.org/10.3390/cimb44030067>
- Li, L., Peng, X. R., Dong, J. R., Lu, S. Y., Li, X. N., Zhou, L., & Qiu, M. H. (2018). Rearranged lanostane-type triterpenoids with anti-hepatic fibrosis activities from *Ganoderma applanatum*. *RSC Advances*, 8(55), 31287–31295. <https://doi.org/10.1039/c8ra05282d>
- Liang, D., Yong, T., Chen, S., Xie, Y., Chen, D., Zhou, X., Li, D., Li, M., Su, L., & Zuo, D. (2018). Hypouricemic effect of 2,5-dihydroxyacetophenone, a computational screened bioactive compound from *Ganoderma applanatum*, on hyperuricemic mice. *International Journal of Molecular Sciences*, 19(5). <https://doi.org/10.3390/ijms19051394>
- Luo, D., Xie, J. Z., Zou, L. H., Qiu, L., Huang, D. P., Xie, Y. F., Xu, H. J., & Wu, X. D. (2020). Lanostane-type triterpenoids from *Ganoderma applanatum* and their inhibitory activities on NO production in LPS-induced BV-2 cells. *Phytochemistry*, 177(June), 112453. <https://doi.org/10.1016/j.phytochem.2020.112453>
- Pat, P., Apola, A., & Podolak, I. (2023). Sułkowska-Ziaja K., Galanty A., Szewczyk A., Paśko P., Kała K., Apola A., Podolak I., Muszyńska B.: Effect of Methyl Jasmonate Elicitation on Triterpene Production and Evaluation of Cytotoxic Activity of



Mycelial Culture Extracts of *Ganoderma applanatum* (.).

- Ramírez Ayala, W., Guevara Bravo, C. A., & Rodríguez Espinosa, J. A. (2020). Ácidos ganodéricos en *Ganoderma* sp, *Ganoderma lucidum* y en su sustrato agotado. *Biotecnología En El Sector Agropecuario y Agroindustrial*, 19(1), 206–216. <https://doi.org/10.18684/bsaa.v19.n1.2021.1743>
- Rojas, T., Fuentes, M., & Contreras, E. (2019). Compuestos Fenólicos De La Cáscara De Sanky Ultrasound-Assisted Extraction of Phenolic Compounds of the Peel of Sanky. *Revista Sociedad Química Perú*, 85(2), 258–267.
- Saavedra Plazas, D., Soccol, C., Nosedá, M., Valcineide, T., Oranys, S., Vinicius de Melo, G., De Carvalho, J., & Thomaz Soccol, V. (2020). A comparative study of extraction techniques for maximum recovery of bioactive compounds from *Ganoderma lucidum* spores. *Revista Colombiana de Ciencias Químico-Farmacéuticas (Colombia)*, 49(1), 70–88. <https://doi.org/10.15446/rcciquifa.v49n1.84456>
- Song, X., Cui, W., Gao, Z., Zhang, J., & Jia, L. (2021). Structural characterization and amelioration of sulfated polysaccharides from *Ganoderma applanatum* residue against CCl₄-induced hepatotoxicity. *International Immunopharmacology*, 96(February), 107554. <https://doi.org/10.1016/j.intimp.2021.107554>
- Su, H. G., Wang, Q., Zhou, L., Peng, X. R., Xiong, W. Y., & Qiu, M. H. (2020). Highly oxygenated lanostane triterpenoids from *Ganoderma applanatum* as a class of agents for inhibiting lipid accumulation in adipocytes. *Bioorganic Chemistry*, 104(August), 104263. <https://doi.org/10.1016/j.bioorg.2020.104263>
- Zhen, D., Su, L., Miao, Y., Zhao, F., Ren, G., Mahfuz, S., & Song, H. (2018). Purification, partial characterization and inducing tumor cell apoptosis activity of a polysaccharide from *Ganoderma applanatum*. *International Journal of Biological Macromolecules*, 115, 10–17. <https://doi.org/10.1016/j.ijbiomac.2018.03.062>

ANEXOS

Ganoderma spp

