

Producción de *Ganoderma lucidum* y su potencial medicinal: una revisión

Production of *Ganoderma lucidum* and its medicinal potential: a review

Cindy Rodríguez-Farinango¹, Julio Pineda-Insuasti², Diego Alejandro Barrigas Revelo¹, Francis Ariel Muñoz Puetate¹, Camilo Alejandro Pineda Soto²

¹Instituto Superior Tecnológico 17 de Julio, Urcuquí, Ecuador

²Centro Ecuatoriano de Biotecnología y Ambiente, Ibarra, Ecuador

Autor para correspondencia: cindy.rodriguez404@ist17dejulio.edu.ec

Recibido: 10 Octubre 2021

Aceptado: 11 Enero de 2022

RESUMEN

Ganoderma lucidum es un hongo saprófito, presenta propiedades medicinales que generan un gran impacto en la industria farmacéutica, además tiene un comercio global muy elevado, razón por la que este estudio pretende recopilar información relacionada con los métodos de producción óptimos para su crecimiento y de su oferta medicinal como tratamiento a diferentes enfermedades que padece el ser humano. Al relacionar la información literaria de estudios realizados por diferentes autores se concluye que *Ganoderma lucidum* posee compuestos bioactivos, con aporte benéfico en el tratamiento de diferentes enfermedades.

PALABRAS CLAVE: basidiomiceto, bioactivos, biomasa, fungí.

ABSTRACT

Ganoderma lucidum is a saprophytic fungus, it presents medicinal properties that generate a great impact in the pharmaceutical industry, it also has a very high global trade, reason why this study aims to collect information related to the optimal production methods for its growth and its medicinal offer as a treatment for different diseases suffered by human beings. By relating the literary information of studies conducted by different authors, it is concluded that *Ganoderma lucidum* has bioactive compounds, with beneficial contribution in the treatment of different diseases.

KEY WORDS: basidiomycete, bioactives, biomass, fungi.

INTRODUCCIÓN

Los hongos medicinales según Trinexo (2019), han sido usados durante miles de años, como alimento y forma de preparado medicinal para mejorar el bienestar físico y energético del organismo, además han sido considerados curativos ya que actúan como un potenciador

en el sistema inmunitario.

Además según (Rojas et al., 2012) actualmente estos hongos se utilizan como materia prima para la producción de alimentos funcionales, de manera que es importante desarrollar e implementar procesos que garanticen una alta eficacia y estabilidad funcional de la biomasa,

por lo que el cultivo biotecnológico bajo condiciones automatizadas permite optimizar la producción de biomasa y bioactivos.

Según (Feijóo-Vivas et al., 2021) existe un elevado número de productos con alto valor biotecnológico que surgen del metabolismo de los hongos como es la obtención de aditivos alimentarios, compuestos bioactivos e interés farmacológico, pigmentos, biocombustibles, enzimas, vitaminas, aminoácidos, entre otros.

Bajo este contexto, el objetivo de esta investigación consiste en referenciar un modelo experimental para la optimización del cultivo del hongo reishi estableciendo el control de parámetros físicos y químicos que intervienen en su desarrollo, además se destacará información relevante de las propiedades benefactoras que este ofrece.

Ganoderma lucidum

De acuerdo con (Moreno et al., 2011), afirman que el hongo *Ganoderma* fue utilizado en Japón, China y otros países desde hace centenares de años como alimento y materia prima para el desarrollo de productos nutraceuticos que preservan la vitalidad y promueven la longevidad. Según (Cadavid, 2018), menciona que durante el reinado del emperador Han Wu Di, alrededor de 2100 años atrás, *Ganoderma Lucidum* fue proclamada por la clase social gobernante como una hierba prometidora debido a su poder misterioso súper natural, y más tarde luego del gobierno del emperador Han Wu, el taoísmo creía que con la práctica y el consumo de *G. lucidum* se podía alcanzar la inmortalidad.

Por otra parte Cáceres (2017), menciona que el hongo *Ganoderma lucidum* es un basidiomiceto de la familia *Ganodermataceae*, este tiene un gran significado y valor en la medicina tradicional en china, donde además es conocido como reishi o lingzhi, esta cultura lo refiere como hongo de la inmortalidad,

además es utilizado para mejorar el bienestar y la salud en general.

Se encuentra distribuido en zonas de clima templado de todo el mundo. De acuerdo con (Ávila López & Yáñez Moretta, 2020) este hongo es saprófito, su micelio vive en la madera muerta de árboles latifoliados, sus carpóforos se encuentran en la base de sus troncos, a lo largo de heridas o grietas en la corteza, también crecen en troncos muertos, además es un hongo coriáceo, que tiene forma de un sombrero comúnmente arriñonado, de colores variables, regularmente marrón rojizo; gracias a su demanda.

Además según (Yandu, 2017) los hongos de la familia *Ganodermataceae* son de importancia económica ya que incluyen varias especies con propiedades medicinales muy importantes; además, estos hongos juegan un papel crucial en el ciclo de nutrientes de los ecosistemas al ser uno de los más importantes degradadores de lignina de la naturaleza.

Taxonomía

Ganoderma lucidum es la especie tipo del género *Ganoderma*. Pertenece al Reino Fungi, Phylum Basidiomycota, Clase Himenomicetes, Orden Afiloforales, Familia *Ganodermataceae* (Figlas & Curveto, 2010).

Orígenes de *Ganoderma lucidum*

Nace de forma silvestre en los troncos en descomposición y en el resto de los árboles. Llama la atención la variedad cromática de un hongo que se presenta en la naturaleza en seis colores distintos, si bien es la variedad de color rojo presentada a continuación en la figura 1, la que se utiliza de un modo más común y se cultiva a nivel industrial en el Oriente de Asia y en Norte América (Sánchez, 2020).



Figura 1. Reishi, *Ganoderma lucidum*
Fuente: Bidegain, 2017

Morfología de *Ganoderma lucidum*

G. lucidum es un hongo grande y oscuro, posee un exterior brillante, una textura leñosa, y su cuerpo fructífero tiene un color rojo intenso, también tiene un sabor amargo, sus características varían según las condiciones y lugar de cultivo, además el cuerpo fructífero consta de un talo, de 2 a 30 cm de largo, unido lateralmente al basidiocarpo, su estructura con forma de riñón, plana, mide de 5 a 20 cm de diámetro, sus colores varían del rojo ladrillo al café oscuro según la cepa y las condiciones ambientales (Zavaleta, 2017).

Según (Naranjo, 2014) *G. lucidum* se caracteriza por presentar basidiomas o cuerpos fructíferos anuales a perennes, estipitado o sésil, la superficie del píleo presenta una cutícula gruesa, opaca pruinosa o brillante lacada, cuyas células vistas al microscopio presentan apariencia clavada. El contexto es de color pardo claro a oscuro, color madera, doble o con varias bandas o zonas, suave y esponjoso, o fibroso y duro.

Cuando los niveles de dióxido de carbono son altos y los niveles de luz bajos, surgen hongos con estípites largos, habitualmente ramificados y sin “sombbrero”; esta rara forma se conoce como “cuernos de ciervo” y es altamente valuada en Asia, a continuación se muestra en la figura 2 (Bidegain, 2017).



Figura 2. *Ganoderma lucidum* en su forma de cuernos de ciervo
Fuente: Bidegain, 2017

Entre los hongos cultivados, *G. lucidum* es el único que se consume más por sus propiedades medicinales que por su valor nutritivo. Se ingiere de diferentes formas, siendo la más frecuente la infusión del carpóforo. *G. lucidum* es y ha sido ampliamente utilizado por el hombre para mejorar su salud, aumentar la longevidad y para combatir diversas enfermedades (Ríos, 2008).

(Rivera, 2007) menciona que la producción de Reishi en nuestro país es nula debido al desconocimiento de sus propiedades medicinales y por falta de conocimiento de una tecnología adecuada para facilitar el consumo de este hongo. Según las investigaciones se le atribuye a las esporomas y el micelio las propiedades medicinales de los hongos, así como también al medio de cultivo empleado para el crecimiento micelial (Briones & Zambrano, 2018).

Composición química de *Ganoderma lucidum*

(Hernandez, 2018) menciona que a lo largo de las dos últimas décadas se ha conseguido identificar un elevado número de compuestos caracterizados por presentar diferentes tipos de actividad biológica, entre ellas se destacan sustancias con actividad cardiovascular, citotóxica, inmunomodulador, analgésica, antidiabética, antioxidante, insecticida, nematocida, entre otras. Además, según (Santana, 2015) contiene potentes compuestos bioactivos tales como: ácidos, terpenos y polisacáridos beta-

glucanos, los cuales se han utilizado en la medicina tradicional y moderna por muchos países para el tratamiento y prevención del cáncer, también se ha demostrado que los polisacáridos beta-glucanos tienen la capacidad de regular el sistema inmune.

Polisacáridos

El reishi contiene polisacáridos β -glucanos que estimulan la inmunidad por mediación de las células, controlan mayormente el índice de azúcar en la sangre, se puede utilizar en el tratamiento del cáncer y otras degeneraciones inmunológicas, es efectivo en el tratamiento de la artritis, sus propiedades antivirales combaten el resfriado, la hepatitis y VIH, reduce los efectos secundarios de la quimioterapia y la radioterapia, es un antioxidante eficaz ya que protege a las células del envejecimiento, mejora las alergias, el flujo de sangre del corazón y también reduce la cantidad de oxígeno que este consume (Amaya & Ardila, 2016).

Oligosacáridos

En este género, se han determinado oligosacáridos de interés, que aportan de 0-3 Kcal/g de sustituto de azúcar; no estimulan un incremento en la glucosa sanguínea o en la secreción de insulina, debido a que se disuelven en el intestino formando un gel viscoso que disminuye la absorción de la glucosa liberada; favorecen el establecimiento de una microbiota saludable en el intestino, disminuyendo el pH, y con ello estimulan la absorción de algunos metales divalentes como el calcio, magnesio y hierro. De esta manera se reduce el riesgo de contraer enfermedades cardiovasculares, obesidad y cáncer de colon (Ayala et al., 2016).

Triterpenos

Según (Piñeiro, 2009) los triterpenos han demostrado ser sustancias activas responsables de la actividad anticancerígena de *Ganoderma*. Además, los triterpenos ácidos como los ácido lucidénico A, N y el ácido ganodérico E, han sido descubiertos por

suprimir *in vitro* la proliferación de hematoma humano en las células Hep G2 y Hep G2, 2, 15; así mismo los triterpenos neutros como los alcoholes ganodéricos, lucidumol A y B, ganodermanondiol, ganoderiol F y ganodermanontriol se han evidenciado por inhibir la proliferación de células tumorales; Meth-A (sarcoma) y LLC *in vitro*. Los triterpenos de *Ganoderma* pueden efectivamente inhibir a los microorganismos incluyendo bacterias, hongos y virus.

Actividad antimicrobiana

(Barajas, 2015) menciona que en los hongos *G. lucidum* la producción de sustancias durante su desarrollo depende de las condiciones de cultivo ya que es diferente cada etapa de crecimiento, los exudados del micelio de este tipo de hongo presentan actividad antimicrobiana y antiparasítica contra *Plasmodium falciparum*, así como también los polisacáridos de la pared celular de *G. lucidum* y sus triterpenoides son los principales constituyentes de antibacteriales.

Actividad terapéutica

Ganoderma lucidum posee numerosas propiedades terapéuticas, como ser anticancerígenas, antiinflamatorias, antioxidantes y anti-envejecimiento, inmunoreguladoras, hepatoprotectoras, hipoglucémicas, anti fúngicas, antibacteriales, antivirales (anti-HIV y anti-HSV), hipocolesterolémicas, antihipertensivas, antifibróticas, anti-insomnio e inhibidoras de la enzima 5 α – reductasa, estas propiedades se deben a la acción combinada de los más de 400 componentes bioactivos presentes (Bidegain et al., 2012).

Ventajas de la producción de *Ganoderma*

Según (Roa et al., 2018) entre las ventajas de producir *G. lucidum* es que la materia prima no es costosa, los diseños de sus plantaciones no requieren de gran inversión, y además de producir el hongo también se puede producir su extracto, también es un producto que está disponible en el mercado en grandes

cantidades, lo que significa mayor cobertura, producción y alcance.

Tipos de suplementos derivados de reishi

Según (Cerutti, 2020) algunas de las razones por las que el *Ganoderma lucidum* no se consume como alimento, es debido a su textura leñosa, y además por su intenso sabor amargo. Los suplementos de Reishi se comercializan en forma de polvo, los triterpenoides, los polisacáridos y los péptidos del hongo (seta y micelio), debe mezclarse con algún líquido antes de su consumo; también se lo encuentra en forma de cápsulas pueden ser de gelatina animal o de hidroxipropilmetilcelulosa (celulosa vegetal), pueden aportar entre 300 mg y 500 mg de extracto de *Ganoderma lucidum* por cápsula y su sabor es neutro.

Toxicidad y contraindicaciones

El *Ganoderma lucidum* se debe consumir únicamente en forma de extracto. Si se lo consume como hongo seco y en polvo por más de un mes puede ocasionar daños hepáticos severos debido a que sus toxinas no fueron extraídas. No es recomendando el consumo de reishi ni en el embarazo ni en la lactancia. Tampoco deben consumir este hongo personas que deben operarse o se hallan sometidos a cirugía recientemente, así como personas con presión arterial baja. También está contraindicado en pacientes con trastornos de coagulación (Manisse, 2020).

***Ganoderma* en cosmetología**

Según (Monica, 2017) uno de los principales beneficios del hongo reishi en cosmética es su elevado poder antioxidante, así como su importante acción regenerativa de tejidos. Este tipo de hongo retrasa el envejecimiento de la piel, estimula la producción de nueva células, elimina toxinas, tiene propiedades antiinflamatorias que ayudan a tratar la dermatitis, y repara los posibles daños generados por los agentes externos como los rayos solares.

METODOLOGÍA

Estudios *in vitro*

(Rodríguez, 2014) realizó un estudio donde evaluó la actividad anti fúngica de extractos y fracciones obtenidos a partir del micelio liofilizado y del cuerpo fructífero de *G. lucidum*, obtenidos de un cultivos de Cumaral, así como del medio líquido en el cual obtuvo la biomasa, los cuales fueron evaluados frente a tres cepas de *Aspergillus* spp, *Aspergillus* No. 1 de origen humano, *Aspergillus* No. 2 de origen humano y *Aspergillus* No. 10 de origen animal; y dos cepas de dermatofitos, una cepa de *Microsporum canis* No. 5 de origen animal y otra cepa de *Microsporum gypseum* No. 7 de origen humano, los extractos los obtuvo a partir de fraccionamientos sólido-líquido y líquido-líquido con solventes de diferente polaridad como éter de petróleo, diclorometano, acetato de etilo y etanol. Tres de las cinco cepas evaluadas presentaron inhibición frente a los extractos de *G. lucidum*, finalmente encontró actividad antifúngica en dos cepas de origen humano, *Aspergillus* No. 1 y *Microsporum gypseum*, y en una cepa de origen animal, *Aspergillus* No. 10.

Estudios *in vivo*

En comparación, en pocos estudios se han explorado los efectos *in vivo* de *G. lucidum* en modelos animales; no obstante, en los estudios disponibles se ha observado actividad antitumoral de los triterpenoides en modelos murinos de carcinoma pulmonar de Lewis y efectos antitumorales de los polisacáridos en murinos portadores de células S180 y células de ascitis de Ehrlich (Instituto nacional del cáncer, 2020).

Cultivo

En la naturaleza, *G. lucidum* se encuentra escasa, y debido a su amplio uso medicinal y las exigencias del mercado internacional, es necesario el continuo aumento de su cultivo. Por tanto, en la agricultura moderna, se ha vuelto esencial el cultivo de la biomasa del

micelio de este hongo. Es bien conocido durante décadas que *Ganoderma lucidum* se cultiva en biorreactores sobre sustratos sólidos o sumergidos en sustratos líquidos. La calidad y el contenido de los compuestos activos de este hongo varían de cepa en cepa (Blanco Lorena, 2019).

Cultivos sólidos

(Idaly et al., 2015) menciona que los métodos de cultivo sólido involucran convencionalmente cinco etapas: elaboración del inóculo, siembra, formación de primordios, desarrollo de carpóforos y la cosecha. *G. lucidum*, sostiene una temperatura óptima de crecimiento de 21-27°C para desarrollar su micelio, otro factor de mayor importancia es la humedad, ya que crecen y desarrollan sus fructificaciones en un ambiente de humedad relativa alta. Aunque los intervalos de humedad relativa varían de 60% a 95%, los mejores rendimientos se obtienen entre 90 % y 95%.

(Peksen & Yakupoglu 2009) informaron una humedad de 85 a 95% para la formación de primordios y de 80-90% durante el desarrollo de los carpóforos con lo que lograron una EB de 31-35%. (Erckel 2009) utilizó una humedad de 85 a 90 % para todo el proceso de colonización y desarrollo de carpóforos y logró, una EB de 13 a 20

Cultivo sumergido

De acuerdo con (Gallego & García, 2009), mencionan que este tipo de cultivo ha tenido un mayor auge, siendo esencial para satisfacer la creciente demanda en los mercados internacionales.

Según (López et al., 2015) mencionan que los cultivos sumergidos son más fáciles de controlar y se obtiene producción en poco tiempo, sin embargo, en la mayoría de los casos debido al proceso de producción y a los sustratos utilizados el producto final es muy costoso y de difícil acceso para la población general.

Influencia de la luz azul sobre la productividad del cultivo sólido de *Ganoderma lucidum*

Según el estudio realizado por (Montoya et al., 2018), mencionan que al evaluar la eficiencia biológica (EB) y la tasa de producción (TP) como parámetros de productividad del cultivo sólido de *Ganoderma lucidum* bajo irradiación de los sustratos con luz emitida por diodos azules (LED) con dos periodos de foto-estímulo de 12 y 24 h durante todas las fases de cultivo para inducir el crecimiento micelial y la formación de los cuerpos fructíferos. En donde aplicaron parámetros convencionales para el crecimiento y desarrollo del hongo en las etapas de producción. Para la formulación de los sustratos, emplearon residuos agroindustriales y materiales lignocelulósicos. El diámetro de los cuerpos fructíferos sometidos a tratamientos con luz azul mayor que los exhibidos a luz blanca fluorescente (Testigo). Los resultados muestran que el cultivo de *Ganoderma lucidum* con exposición a la luz azul es útil para la inducción de cuerpos fructíferos de alta calidad, logrando una disminución del periodo de fermentación en 16 días para el foto-estímulo de 24 h con EB de 28,04% y TP de 0,64. A lo que concluyeron que el uso de la luz azul en el cultivo sólido de *G. lucidum* proporciona un aumento en los rendimientos y una reducción de costos de los productos finales.

Cultivos líquidos

Según Ramírez (2015), los cultivos líquidos puros pueden desarrollarse en caldo papa-dextrosa (PDA) u otras formulaciones. El micelio de *Ganoderma lucidum* se adapta muy bien al cultivo líquido, el cual es tradicional en China, además describe que la temperatura óptima de incubación realizada durante su experimentación data entre los 21 y 27°C, también menciona que el inicio de primordios tiene una duración de 50 a 60 días después de la inoculación y debe encontrarse dentro de un rango de temperatura de 25 a 30°C o menor a los 20°C, el desarrollo del stípe dura de 10 a 14

o el tiempo que se requiera mantenerlo para lograr una mejor diferenciación.

DESARROLLO Y DISCUSIÓN

De acuerdo a la información recopilada se muestra que el hongo *Ganoderma lucidum* contiene compuestos bioactivos que son aprovechados ampliamente en la farmacología. También se refleja que gracias a su composición posee propiedades antiinflamatorias, antimicrobianas, antioxidantes, y hasta anticancerígenas, por lo que es utilizado como una medicina natural y es recomendada para prevenir enfermedades como el cáncer. De acuerdo a la recopilación de información realizada por (Chacon, 2021) concluye que los hongos medicinales como *G. lucidum* son fundamentales en la salud debido a sus propiedades y beneficios que presentan, además afirma que estos siguen estudiándose más y más debido a la composición que poseen y la utilidad que se le puede dar a estos para enfermedades venéreas como el cáncer. No obstante de acuerdo a los resultados de la investigación realizada por (Jin et al., 2016) sobre las propiedades anticancerígenas prometedoras de *Ganoderma* en relación al tratamiento para el cáncer revelan que no encuentran una evidencia suficiente para justificar su uso como tratamiento de primera línea, sin embargo en la información recopilada por (Ríos, 2008) se describe que el uso de *G. lucidum* puede potenciar las defensas del paciente, sobre todo en combinación con tratamientos quimioterápicos y/o radioterápicos, pero también postula la necesidad de realizar un estudio más amplio en cuanto al número de pacientes y duración del tratamiento, para poder establecer la significación real del ensayo, así como el beneficio y seguridad del

tratamiento de *G. lucidum* en pacientes con cáncer. Por lo que actualmente sigue siendo un misterio la efectividad anticancerígena que posee *Ganoderma lucidum* como tratamiento para algunos tipos de cáncer. Por otra parte (Idaly et al., 2015) concluyen que la madera vid es un sustrato viable para el cultivo sólido, además que la temperatura óptima para el desarrollo del micelio de *G. lucidum* es de 21 a 27°C, de acuerdo con (Ramírez, 2015) establece la misma temperatura como óptima en el cultivo líquido utilizando sustratos artificiales, mientras que (Gallego & García, 2009) afirma que el cultivo sumergido satisface la creciente demanda en los mercados internacionales, sin embargo (López et al., 2015) mencionan que mediante el cultivo sumergido se obtiene una producción más rápida pero que así mismo tiene costos finales muy altos, por lo que se ha visto factible realizar la producción de *Ganoderma lucidum* mediante el cultivo sólido o líquido que son los métodos más utilizados en la actualidad.

CONCLUSIONES

Se concluyó que los compuestos bioactivos y las propiedades que contiene *Ganoderma lucidum* presentan un gran potencial en la industria farmacéutica, además se logra determinar que en el tipo de cultivo tanto sólido como líquido, la temperatura considerada óptima para el crecimiento de la seta *Ganoderma* en los dos casos es de 21 a 27°C. Así mismo se concluye que las propiedades anticancerígenas que posee este hongo pueden tener un mejor énfasis de estudio para lograr una determinación mejorada de los efectos que causa *G. lucidum* como tratamiento para el cáncer.

REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS

Amaya, A., & Ardila, J. (2016). Evaluación del proceso de obtención de polisacaridos tipo glucano presentes en la ganoderma lucidum a nivel laboratorio para nutrisetas S.A.S (Issue June). Recuperado de <http://52.0.229.99/bitstream/20.500.11839/828/1/6112823-2016-2-IQ.pdf>

- Ávila López, A., & Yáñez Moretta, P. (2020). Evaluación de la eficiencia del crecimiento del micelio de *Ganoderma lucidum* (Ganodermataceae), un hongo con alto potencial de uso textil en Ecuador, en tres sustratos orgánicos. *Ciencia Digital*, 4(3), 210–228. Recuperado de <https://doi.org/10.33262/cienciadigital.v4i3.1324>
- Ayala, N., Portillo, A., Villarreal, L., Rico, R., & Soria, I. (2016). Los Hongos como fuente de recursos farmacológicos: *Ganoderma lucidum*; *Grifola frondosa*; y *Pleurotus ostreatus*. *Temas de Ciencia y Tecnología*, 20(58), 12.
- Barajas, L. (2015). Universidad de Guadalajara Universidad de Guadalajara (Vol. 52, Issue 321).
- Bidegain. (2017). Optimización del cultivo de *Ganoderma lucidum*. 168.
- Bidegain, M., Cubito, M., Palma, S., Curvetto, N., Figlas, D., González, R., Volpe, M., & Devalis, R. (2012). Cultivo del hongo medicinal reishi (*Ganoderma lucidum*) y desarrollo de productos derivados. 3.
- Blanco Lorena. (2019). *Ganoderma lucidum*: características, hábitat y beneficios. Recuperado de <https://www.lifeder.com/ganoderma-lucidum/>
- Briones, G. M. C., & Zambrano, G. D. M. (2018). Universidad de guayaquil facultad de ciencias químicas carrera química y farmacia trabajo de titulación presentado como requisito previo para optar al grado de químico y farmacéutico. Recuperado de www.fcq.ug.edu.ec
- Cáceres, C. (2017). Metodología empleada para la obtención de nanocápsulas de betaglucanos provenientes del hongo *ganoderma lucidum*. una revisión sistemática de la literatura. *Ekp*, 13(3), 1576–1580. Recuperado de [https://intellectum.unisabana.edu.co/bitstream/handle/10818/33445/TESIS_Carolina Cáceres Rivera.pdf?sequence=1&isAllowed=y](https://intellectum.unisabana.edu.co/bitstream/handle/10818/33445/TESIS_Carolina_Caceres_Rivera.pdf?sequence=1&isAllowed=y)
- Cadavid, Y. (2018). Historia del *Ganoderma Lucidum*. Recuperado de <https://veryhappy2.wixsite.com/cafeconamor/post/historia-del-ganoderma-lucidum>
- Cerutti, R. (2020). CBD: ¿Cuáles son los mejores productos del 2021? Recuperado de https://www.guiadesuplementos.es/cbd/#El_aceite_CBD_de_canamo_5
- Chacon, D. (2021). Ciencias de la vida, Universidad de las Fuerzas Armadas “ ESPE ”. Correo : April, 0–23.
- Feijóo-Vivas, K., Bermúdez-Puga, S. A., Rebolledo, H., Figueroa, J. M., Zamora, P., & Naranjo-Briceño, L. (2021). Bioproductos desarrollados a partir de micelio de hongos: Una nueva cultura material y su impacto en la transición hacia una economía sostenible. *Bionatura*, 6(1), 1637–1652. Recuperado de <https://doi.org/10.21931/rb/2021.06.01.29>
- Figlas, D., & Curvetto, N. (2010). Monografía sobre las propiedades medicinales del hongo reishi (*Ganoderma lucidum*). 1–70. Recuperado de http://www.hongoscomestiblesymedicinales.com/P/2_ganoderma-s.pdf
- Gallego, S., & García, G. (2009). Obtención de biomasa y exopolisacáridos de *Humphreya coffeata* en cultivo sumergido. 96.
- Hernandez, R. (2018). Universidad Autónoma del estado de Morelos doctorado en ingeniería y ciencias aplicadas opción terminal tecnología de materiales. Recuperado de <http://riaa.uaem.mx/xmlui/bitstream/handle/20.500.12055/1810/HESURU01T%281%29.pdf?sequence=1&isAllowed=y>
- Idaly, R., Estrada, M., & Hermosillo, S. (2015). Coordinación de tecnología de alimentos de origen vegetal como requisito parcial para obtener el grado de maestría en ciencias.
- Instituto nacional del cáncer. (2020). Hongos medicinales (PDQ®)-Versión para profesionales de salud. Recuperado de https://www.cancer.gov/espanol/cancer/tratamiento/mca/pro/hongos-pdq#_129_toc
- Jin, X., Ruiz Beguerie, J., Sze, D. M. Y., & Chan, G. C. F. (2016). *Ganoderma lucidum* (Reishi mushroom)

- for cancer treatment. In *Cochrane Database of Systematic Reviews* (Vol. 2016, Issue 4). John Wiley and Sons Ltd. Recuperado de <https://doi.org/10.1002/14651858.CD007731.pub3>
- López, X., Arboleda, C., & Segura, F. (2015). Producción de polisacáridos a partir de *Ganoderma* sp., aislado en la región andina. *Revista Colombiana de Biotecnología*, 17(2), 44–54. Recuperado de <https://doi.org/10.15446/rev.colomb.biote.v17n2.47060>
- Manisse, R. (2020). *Ganoderma lucidum*: para qué sirve. 9 beneficios del reishi. Recuperado de <https://ecocosas.com/salud-natural/ganoderma-lucidum-hongo-reishi/>
- Monica. (2017). Reishi, propiedades infinitas en salud y belleza. Recuperado de <https://www.fashionableasia.com/fashion-blog/reishi-propiedades>
- Montoya, S., López, D. M., & Segura, B. (2018). Influencia de la luz azul sobre la productividad del cultivo sólido de *Ganoderma lucidum*. *Revista Colombiana de Biotecnología*, 20(1), 51–58. Recuperado de <https://doi.org/10.15446/rev.colomb.biote.v20n1.73674>
- Moreno, H., Martínez, A., & Fujimoto, Y. (2011). Aislamiento e identificación de dos esteroides y un triterpeno del cuerpo fructífero de *Ganoderma lucidum* cultivado en Colombia. *Vitae, Revista de La Facultad de Química Farmacéutica*, 18(1), 11–15.
- Naranjo, J. (2014). Caracterización morfológica y molecular del género. 1–97.
- Piñero, M. (2009). Estudio químico orgánico del hongo *Ganoderma lobatum*. Recuperado de <https://cdigital.uv.mx/bitstream/handle/123456789/46797/CruzPineroMichael.pdf;jsessionid=F69DF703556C1A5315D8AC4ADDABEFB0?sequence=2>
- Ramírez, J. (2015). Cultivo del hongo Reishi (*Ganoderma lucidum*) en sustratos artificiales. Recuperado de <https://fdocuments.ec/reader/full/cultivo-del-hongo-reishi-ganoderma-lucidum-sustratos-artificiales>
- Ríos, J. (2008). *Ganoderma lucidum*, un hongo con propiedades inmunoestimulantes. *Rev. Fitoter*, 135–146.
- Rivera, Á. (2007). Universidad técnica de Ambato facultad de ciencia e ingeniería en alimentos "La subutilización de residuos agrícolas y su incidencia en la producción de hongo medicinal reishi (*ganoderma lucidum*).
- Roa, G., Camacho, H., Ardila, J., & Nieves, K. (2018). Viabilidad Para La Creación De Una Empresa Que Fabrique Y Comercialice El Extracto De *Ganoderma lucidum*. 1–106.
- Rodríguez, K. (2014). Evaluación de metabolitos de *ganoderma lucidum* con actividad antifúngica frente a aislamientos humanos y animales de *aspergillus* spp. y dermatófitos. In *Igarss 2014* (Issue 1).
- Rojas, D., Palacio, A. M., Ospina, S. P., Zapata, P., & Atehortúa, L. (2012). Spray (26.189; 45.027; 60.423) and lyophilization (19.025; 24.736; 22.889) and antioxidant capacity (ORAC value): Forced convection (6224 (Vol. 5413).
- Sánchez, C. (2020). Reishi: Propiedades y Beneficios del hongo. Recuperado de <https://www.hsnstore.com/blog/nutricion/hongos/reishi/>
- Santana, J. (2015). Universidad de Guadalajara Recipientes. 1–21.
- Trinexo. (2019). Los hongos y sus beneficios para la salud - Neofungi. Recuperado de <https://neofungi.com/blog/2019/11/26/los-hongos-y-sus-beneficios-para-la-salud/>
- Yandu, M. (2017). Pontificia universidad católica del ecuador facultad de ciencias exactas y naturales escuela de ciencias biológicas.
- Zavaleta, S. (2017). Propiedades nutraceuticas y farmacológicas de *Ganoderma lucidum* (Hongo Reishi). Recuperado de