

Obtención de cepas puras de *Psilocybe* spp

Obtaining pure strains of *Psilocybe* spp

Patricia Isabel Rosero Yépez ¹, Julio Amilcar Pineda Insuasti², Astrid Stefanía Duarte Trujillo ³

¹ Universidad Técnica del Norte (UTN), Ibarra, Ecuador.

² Centro Ecuatoriano de Biotecnología del Ambiente (CEBA), Ibarra, Ecuador.

³ Organización Micológica Internacional (OMI), Florencia, Colombia.

Autor para correspondencia: patricia-rosero@hotmail.com

Recibido: octubre 18 de 2019

Aceptado: diciembre 30 de 2019

RESUMEN

Psilocybe spp. es un hongo alucinógeno, que no solo es útil desde el punto de vista recreacional, sino que presenta propiedades medicinales para el tratamiento de trastornos psiquiátricos, siendo notable su potencial en la industria farmacéutica. El objetivo de este trabajo fue describir el proceso de obtención de cepas puras de *Psilocybe* spp con fines industriales. La purificación de cepas de *Psilocybe* spp. presenta varias fases: recolección, aislamiento, identificación, caracterización y conservación. Las fases más importantes son la identificación y la conservación.

PALABRAS CLAVE: estabilidad genética, viabilidad, potencial industrial, psilocibina.

ABSTRACT

Psilocybe spp. is a hallucinogenic fungus, which is not only useful from the recreational point of view, but also has medicinal properties for the treatment of psychiatric disorders, its potential being notable in the pharmaceutical industry. The objective of this work was to describe the process of obtaining pure strains of *Psilocybe* spp for industrial purposes. The purification of strains of *Psilocybe* spp. It presents several phases: collection, isolation, identification, characterization and conservation. The most important phases are identification and conservation.

KEYWORDS: genetic stability, viability, industrial potential, psilocybin.

INTRODUCCIÓN

Se estima que existen en la naturaleza más de 1,5 millones de especies de hongos, de las cuales sólo se han descrito alrededor de 69 mil (Hawksworth, 1991). Aproximadamente 14 mil especies de hongos presentan basidiocarpo, de las cuáles más de tres mil pueden ser consideradas como comestibles y tan sólo 10 producidas a escala industrial (Chang y Miles,

2004). Tan sólo en el Ecuador se han estimado más de 100 mil especies de hongos (Hawksworth, 2001), aunque sólo se han descrito cinco mil (Freire Fierro, 2004).

“Hongos alucinógenos” es el nombre dado a los hongos psicoactivos, pertenecientes a los géneros *Psilocybe*, *Panaeolus* y *Gymnopilus*, que contienen compuestos alucinógenos de carácter indólico como psilocibina, psilocina y

sus análogos baeocistina, norbaeocistina y aeruginascina. A estos hongos se les concede un carácter mágico-religioso, ya que eran empleados por los indígenas de México y Centroamérica en sus ceremonias con fines religiosos y medicinales (Bozal, 2013; Catafolmo y Tyler, 1964; Hofmann *et al.*, 1958; Peredy y Bradford, 2014). Los chamanes antiguos los usaban para la inducción de visiones y estados de trance, los cuales eran semejantes a estados de sueño o de psicosis aguda (Metzner, 2005). En la actualidad son consumidos como droga recreativa por algunos sectores de la población, principalmente adolescentes, aunque su posesión es ilegal (Vega *et al.*, 2013). Los hongos alucinógenos están disponibles en forma fresca, conserva (por ejemplo, deshidratados, cocidos, congelado...) o incluso como polvos secos o cápsulas (European Monitoring Centre for Drugs and Drug Addiction, 2015).

Psilocybe spp. es un género de hongos alucinógenos consumido ancestralmente por sus propiedades neurotrópicas; es un hongo fácil de obtener, fácil de cultivar, resistente a enfermedades y psicoactivamente fuerte (Gottlieb, 1976). La mayoría de las especies del género se congregan en dos clados separados. Un clado corresponde a las especies alucinógenas y el otro a las no alucinógenas; por lo que la producción de triptaminas es una sinapomorfia para esos taxones (Redhead *et al.*, 2007). Guzmán y colaboradores (2012) hicieron una revisión de las especies reportadas en la literatura hasta el momento y describieron nueve nuevas especies del género. Las especies alucinógenas más estudiadas son *P. cubensis* y *P. mexicana*, mientras que *P. semilanceata* es la más promisoría, ya que es gran productora de psilocibina (Andersson, Kristinsson, y Gry, 2009; Peredy y Bradford, 2014). Entre las especies no alucinógenas se destacan *P. percevalii* (Guzmán y Kasuya, 2004) y *P. atrobrunnea* (Borovička *et al.*, 2015).

La psilocibina y sus derivados han demostrado ser efectivos en el tratamiento de trastornos psiquiátricos como el desorden obsesivo compulsivo, la ansiedad en pacientes terminales, la cefalea crónica, la esquizofrenia, la depresión persistente, y las adicciones al alcohol, a la cocaína y al tabaco (Bogenschutz *et al.*, 2015; dos Santos *et al.*, 2016; Grob *et al.*, 2011; Johnson *et al.*, 2014; Moreno *et al.*, 2006; Patra, 2016; Vollenweider *et al.*, 1999) sin inducir a largo plazo al deterioro de la memoria, delirio o adicción (Halberstadt, 2015; Tylš, Páleníček, y Horáček, 2014), siempre y cuando se empleen dosis adecuadas (Hasler *et al.*, 2004). Por otro lado, la psilocibina puede inhibir el crecimiento de varios hongos de la rizósfera, con excepción de *Trichoderma spp.* (Keay y Brown, 1989).

Siendo notable el potencial biotecnológico y farmacéutico de *Psilocybe spp.*, es necesario obtener cepas puras nativas. Sin embargo, existe limitado conocimiento acerca del protocolo de purificación de cepas, lo que dificulta el éxito de la operación. Bajo este contexto, el objetivo de este trabajo es describir el proceso de obtención de cepas puras de *Psilocybe spp.* con fines industriales, mediante una amplia revisión de la literatura que promueva la valorización de la biodiversidad nativa del Ecuador.

RECOLECCION

Psilocybe spp. crece por lo general en o cerca del estiércol de vaca en los pastos, solitario o gregario, durante los períodos calientes y lluviosos, desde el ártico a los trópicos (Gottlieb, 1976; Stafford, 2003c). Aunque también pueden crecer sobre otros sustratos, como se muestra en la tabla 1.

Hay que tener mucha precaución porque estos hongos pueden confundirse con otros de carácter tóxico que crecen bajo las mismas condiciones, por lo que se aconseja que el recolector se empleen claves taxonómicas (Gottlieb, 1976).

Tabla 5. Sustratos específicos para algunas especies de *Psilocybe spp.*

Especie	Sustrato	Referencia
<i>P. caerulescens</i>	Deslizamientos de tierra, caña de azúcar mantillo, alrededor de plantaciones de maíz o de café	(Gottlieb, 1976)
<i>P. caerulipes</i>	Troncos en descomposición y restos de árboles de madera dura (especialmente abedul y arce)	(Gottlieb, 1976)
<i>P. cyanescens</i>	Tierra, entre hojas y ramas	(Gottlieb, 1976)
<i>P. mexicana</i>	Musgos e hierbas junto a los caminos, en los prados húmedos, en los campos de maíz y cerca de los bosques de pino	(Gottlieb, 1976)
<i>P. pelliculosa</i>	Humus y escombros, en o cerca de los bosques de coníferas	(Gottlieb, 1976)
<i>P. quebecensis</i>	Suelos arenosos que contienen restos vegetales inundados regularmente por la crecida del río y en la descomposición de la madera (especialmente de abedul, aliso, pino y abeto)	(Gottlieb, 1976)
<i>P. semilanceata</i>	Suelo, entre los pastos, bordes de caminos y bosques de coníferas, pero nunca en el estiércol	(Gottlieb, 1976)
<i>P. strictipes</i>	Madera en descomposición y troncos de árboles como los pinos	(Gottlieb, 1976)
<i>P. sylvatica</i>	Mantillo de hojas, madera (especialmente de haya), y suelo alrededor de los tocones y troncos	(Gottlieb, 1976)
<i>P. cubensis</i> var. <i>Cyanescens</i>	Praderas afuera de las zonas forestales, estiércol de vaca o de caballo, paja, serrín o mezcla con estiércol	(Gottlieb, 1976; Stafford, 2003b)
<i>P. coprophila</i>	Estiércol de conejo o de vaca	(Masiulionis, Weber, & Pagnocca, 2013; Stamets, 1996)
<i>P. samuiensis</i>	No fructifica directamente en el estiércol pero aparece disperso o gregario en el suelo endurecido de arrozales	(Gartz, Allen, & Merlin, 1994)

En la literatura se han reportado varias pruebas de campo para la identificación de especies psicólicas. Una de ellas es la exposición del tejido interno de los carpóforos al aire, la cual se tornará azulada después de 30 minutos tras oxidación de sustancias a base de indol, sin embargo, puede que algunas especies venenosas como *Boletus*

Eastwoodiae respondan positivo a esta prueba mientras algunas que sí son psicólicas no lo hagan. Otra prueba reportada en la literatura es el tratamiento de los tejidos con metol, un producto químico utilizado en los desarrolladores de fotos, el cual acelera la coloración azul de los hongos de psicocibina; sin embargo, varias setas que contengan

sustancias indólicas de cualquier tipo va a responder positivamente a esta prueba y la mayoría de los organismos vivos contienen aminoácidos a base de indol como el triptófano (Gottlieb, 1976).

Según Gottlieb (1976) no existe prueba de campo para la identificación de los hongos de psilocibina, sin embargo, hay una prueba relativamente simple para identificar la presencia de la psilocina y psilocibina mediante cromatografía en papel. Para ello el hongo se seca, se pulveriza y se extrae por maceración dinámica con una pequeña cantidad de metanol durante media hora; luego de que los residuos se han asentado, el sobrenadante es vertido sobre el papel en una zona de unos 2 mm. La zona manchada es tratada con agua saturada de butanol durante

aproximadamente dos horas, posteriormente es secada y pulverizada ligeramente con una solución saturada de p-dimetilaminobenzaldehído en alcohol, y luego con ácido clorhídrico 1 N. El papel es secado de nuevo y analizado. Si se ha desarrollado un color rojizo indica presencia de psilocibina, mientras que si el color desarrollado es azul-violeta indica presencia de psilocina (Gottlieb, 1976).

Un buen libro para la identificación de especies a nivel macro es "Poisonous and Hallucinogenic Mushrooms" (Haard y Haard, 1975). En la tabla 2 se resumen algunas de las principales características macroscópicas necesarias de *Psilocybe spp.* En las figuras 1, 2, 3 y 4 se ve la representación fotográfica de algunas especies del género (Stamets, 1996).



Figura 2. *P. cubensis*



Figura 4. *P. semilanceata*



Figura 3. *P. pelliculosa*



Figura 5. *P. mexicana*

Tabla 2. Características macroscópicas de *Psilocybe* spp.

Especies	Características microscópicas			
	Estípite	Píleo	Lamelas	Referencia
<i>P. semilanceata</i>	Sólido, color blanco a amarillo	Cónico a obtuso, color café rojizo	Adnatas a anexas	(Cole, 2003)
<i>P. cubensis</i>	Hueco, curvado, de color blanco a amarillo verdoso, con anillo blanco fibroso	Cónico a convexo, color ocre a crema	Adnatas a anexas, color verde grisáceo	(Cole, 2003; Stamets, 1996)
<i>P. aztecorum</i>	Corto	Convexo	Verde grisáceas	(Stamets, 1996)
<i>P. mexicana</i>	Hueco, color rosa amarillento	Cónico a campanulado, color café a ocre	Ondeada, adnata o anexa	(Cole, 2003)
<i>P. baeocystis</i>	Céntrico, curvado y color café	Ondulado y parecido a la tapa de una botella		(Stafford, 2003a)
<i>P. coprophila</i>	Céntrico, ahusado hacia arriba, hueco, subcartilaginoso, a menudo flocoso y luego Glabro, color ocre	Inicialmente convexo, luego glabro plano o Incluso deprimido. Color avellana a marrón	Subdistantes, Desiguales, adnadas a subdecurrentes, color amarillo a multicolor	(Gilmore, 1926)
<i>P. squamosa</i>	Cilíndrico, céntrico, de color crema, con anillo fibroso	Convexo, ligeramente umbonado, sedoso, amarillo	Adnadas, anexas y color lila	(Hernández, 2007)
<i>P. percevalii</i>	Color blanquecino a ocre, con anillo fibroso blanco	Convexo a subumbonado o subcampanulado, liso, color ocre pálido a marrón	Adnadas, color violáceo-marrón y bordes blanquecinos	(Guzmán & Kasuya, 2004)
<i>P. pseudobullacea</i>	Color blanco a gris pálido, anillo membranoso blanco	Convexo, a veces subumbonado, liso pero ligeramente estriado, color marrón rojizo a marrón amarillento	Adnadas, decurrentes, color marrón violáceo oscuro, con bordes blanquecinos	(Guzmán & Kasuya, 2004)

Especies	Características microscópicas			
	Estípite	Píleo	Lamelas	Referencia
<i>P. samuiensis</i>	Hueco, liso a ligeramente Subbulboso, de color blanco a paja pálido con fibrillas blancas	Subconvexa a Cónica-convexa, umbonado o campanulado, estriado, sulcado en el margen e higrófono, de color marrón rojizo a paja en fresco y arcilla cuando está seco.	Adnadas a anexas, de color arcilla en fresco y marrón violáceo a marrón chocolate con bordes blancos cuando está seco.	(Gartz <i>et al.</i> , 1994)

AISLAMIENTO

Se puede realizar a partir de un cuerpo fructífero o de unas pocas esporas. Para la toma de una muestra de tejido se disecciona el tallo del carpóforo, mientras que para realizar la impresión de esporas se corta el estípite desde la base y se deposita el píleo boca abajo sobre una hoja de papel blanco o un portaobjetos, luego se cubre con una tapa de una caja de Petri y se esperan 24 horas hasta obtener la esporada (Gottlieb, 1976; Stamets, 1996).

Las muestras son cultivadas en medios Agar Saboraud (Leung, Smith, y Paul, 1965), Agar Papa Dextrosa (PDA, por sus siglas en inglés) o Agar Extracto de Malta (MEA, por sus siglas en inglés) a 21-24 °C durante 10-12 días. En cuanto a medios líquidos se reporta caldo de Papa-Levadura-Dextrosa (PDY, por sus siglas en inglés).

El medio de cultivo tiene que haber sido previamente esterilizado a 65 °C durante 30 minutos; una temperatura mayor provoca la caramelización de los azúcares, lo que inhibe el crecimiento del micelio y la producción de psilocibina (Gottlieb, 1976). Se seleccionan las cepas de mayor y más rápido crecimiento, y por supuesto, que no estén contaminadas (Gottlieb, 1976).

IDENTIFICACIÓN

Para la identificación morfológica, mediante observación de características microscópicas se emplean dos reactivos: amoníaco al 10 % y el reactivo de Melzer; el primero se emplea como agente de limpieza suave y de rehidratación de la carne del hongo, mientras que el segundo se emplea como revelador de caracteres ya que tiñe las estructuras de un color azulado-negro, púrpura-marrón o dorado a amarillento. La muestra se sumerge primero en solución amoniacal y luego se monta en el reactivo de Melzar sobre un portaobjetos, se tapa con el cubre objetos y se observa. El tamaño de la muestra debe ser al menos como el de una cabeza de alfiler, con un espesor igual o inferior a 1 mm. Los principales caracteres estudiados son las esporas, el cistidio, la estructura de la capa externa del píleo y la estructura básica del tejido inter-branquial (Watling, 1983).

Algunas características generales del género *Psilocybe spp.* son: hifas apiculadas con punta hialina; micelio blanco y algodonoso; esporada en masa de color púrpura cuando se derrama por primera vez y más tarde marrón negruzca. Los basidios son tetrasporosos en forma de botella; el pleurocistidio puede ser escaso ventricoso a ausente, con una base corta y estrecha o subcilíndrica; las esporas son de color marrón amarillento oscuro, subhexagonales en vista frontal y subelípticas

en vista lateral, aunque pueden ser subelipsoides por todas las vistas, con una base estrecha y un amplio poro germinal. Cuando las esporas comienzan a formarse se produce una curvatura negativa geotrópica del estípote (Badham, 1982; Guzmán y Kasuya, 2004; Stamets, 1996). Para la consulta de claves taxonómicas más específicas remitirse al trabajo de Watling (1983). En la figura 5 se representan algunas de estas características mencionadas.

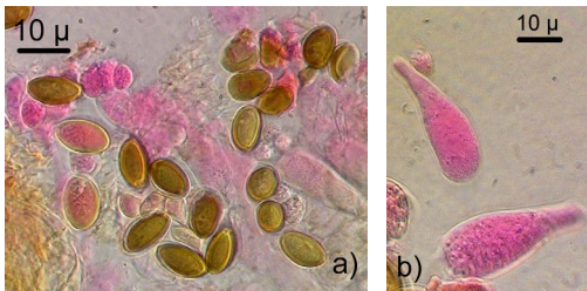


Figura 6. a) Esporas y b) basidios de *Psilocybe cubensis*.

Fuente: (Hernández, 2007)

Los métodos de análisis molecular identifican un mayor número de especies en contraste con el método morfológico (Gambaro *et al.*, 2016; Kowalczyk *et al.*, 2015), que consta principalmente de una impresión de esporas sobre una superficie plana y la observación de sus características microscópicas (Gottlieb, 1976). Lee, Cole y Linacre (2000) emplearon un método de identificación molecular, mediante el uso de secuencias de ADN específicas dentro del espaciador transcrito interno del complejo de genes ribosomales. La amplificación de un producto de ADN común y de dos metabolitos específicos del género facilita la identificación inequívoca de los contenidos de estos hongos a nivel de género (Lee *et al.*, 2000). Hasta el momento se han descrito 435 secuencias de ADN y ARN; 69 secuencias de proteínas; 36 secuencias fijas de estudios filogenéticos y de población; y un catálogo de nomenclatura y clasificación taxonómica (NCBI, 2016a).

Lo mejor es emplear métodos moleculares, ya que muchas especies pueden parecerse

demasiado morfológicamente, pero en términos genéticos pueden ser muy distantes; tal es el caso de *P. laetissima*, que recientemente se cambió al género *Leratiomyces* (Borovička *et al.*, 2015).

CARACTERIZACIÓN

Durante su metabolismo secundario, *Psilocybe spp.* produce algunas sustancias como psilocibina (4-fosforiloxi-N, N-dimetiltriptamina), psilocina (4-hidroxi-N, N-dimetiltriptamina), baeocistina (4-fosforiloxi-N-metiltriptamina), norbaeocistina (4-fosforiloxi-triptamina) (European Monitoring Centre for Drugs and Drug Addiction, 2015; Gottlieb, 1976; Leung y Paul, 1966), 4-hidroxitriptamina (Repke, Leslie, y Guzman, 1976), aeruginascina (Zhuk *et al.*, 2015), gliceraldehído 3-fosfato dehidrogenasa (NCBI, 2016b), lecitinas (Hernandez *et al.*, 1993), fenoles (Nowacka *et al.*, 2015), entre otras.

Algunos hongos alucinógenos contienen diversas cantidades de feniletilamina, una amina simpaticomimética, que puede ser responsable de sus efectos cardiovasculares (taquicardia) y otras reacciones no deseadas (European Monitoring Centre for Drugs and Drug Addiction, 2015). Varias de estas sustancias actúan como alérgenos y pueden estar presentes tanto en el micelio como en las esporas, aunque no necesariamente han de ser los mismos (Helbling, Horner, y Lehrer, 1993).

CONSERVACIÓN

Se aconseja que para el mantenimiento de los medios se alternen los medios PDA y MEA, mediante subcultivos periódicos (Gottlieb, 1976; Keay y Brown, 1990). Los carpóforos se pueden secar a 25 °C, sellar en bolsas de plástico y almacenar a -10 °C (Gartz y Moller, 1989). El hongo puede todavía ser potente después de un largo periodo de almacenamiento (Christiansen y Rasmussen, 1982); y las esporas pueden germinar después

de 9 meses de almacenamiento a 20 ° C (Gartz, 1992).

CONCLUSIONES

Psilocybe spp. es un hongo alucinógeno empleado ancestralmente por sus propiedades neurotrópicas que le dan un carácter mágico-religioso; dichas propiedades son otorgadas por las triptaminas que poseen, principalmente psilocibina, la cual ha mostrado potencial farmacológico en el tratamiento de trastornos psiquiátricos, por lo cual la óptima purificación de cepas ecuatorianas constituye una oportunidad para valorizar los recursos locales. La purificación de

cepas de *Psilocybe* spp. presenta varias fases: recolección, aislamiento, identificación, caracterización y conservación. Las fases más importantes son la identificación y la conservación; la primera porque de ella depende la adecuada asignación de propiedades y usos potenciales a las especies, de modo que los resultados de su uso a nivel industrial sean los deseados; la segunda porque de ella depende la viabilidad y estabilidad genética de las cepas. La purificación de cepas puras de *Psilocybe* spp. ecuatoriano presenta beneficios potenciales para la bioindustria nacional, teniendo en cuenta su alta biodiversidad.

REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- Andersson, C., Kristinsson, J., & Gry, J. (2009). *Occurrence and Use of Hallucinogenic Mushrooms Containing Psilocybin Alkaloids*. Copenhagen, Dinmark: Nordic Council of Ministers.
- Badham, E. R. (1982). Tropisms in the Mushroom *Psilocybe cubensis*. *Mycologia*, 74(2), 275–279. <http://doi.org/10.2307/3792895>
- Bogenschutz, M. P., Forcehimes, A. A., Pommy, J. A., Wilcox, C. E., Barbosa, P., & Strassman, R. J. (2015). Psilocybin-assisted treatment for alcohol dependence: A proof-of-concept study. *Journal of Psychopharmacology*, 29(3), 289–299. <http://doi.org/10.1177/0269881114565144>
- Borovička, J., Oborník, M., Štříbrný, J., Noordeloos, M. E., Sánchez, L. A. P., & Gryndler, M. (2015). Phylogenetic and chemical studies in the potential psychotropic species complex of *Psilocybe atrobrunnea* with taxonomic and nomenclatural notes. *Persoonia*, (34), 1–9. <http://doi.org/10.3767/003158515X685283>
- Bozal, I. S. (2013). Hongos visionarios en la península ibérica. En J. C. Bouso (Ed.), *Psilocibes* (1ª ed., pp. 149–170). Barcelona: The mushrooms.
- Catafolmo, P., & Tyler, V. E. (1964). The production of psilocybin in submerged culture by *Psilocybe cubensis*. *Lloydia*, 27, 53–63.
- Chang, S.-T., & Miles, P. G. (2004). *Mushrooms: Cultivation, nutritional value, medicinal effect, and environmental impact* (2ª ed.). Florida: CRC Press.
- Christiansen, A. L., & Rasmussen, K. E. (1982). Analysis of indole alkaloids in Norwegian *Psilocybe semilanceata* using high-performance liquid chromatography and mass spectrometry. *Journal of Chromatography A*, 244(2), 357–364. [http://doi.org/10.1016/S0021-9673\(00\)85700-3](http://doi.org/10.1016/S0021-9673(00)85700-3)
- Cole, M. D. (2003). The analysis of psilocybin and psilocin from fungi. En *The Analysis of Controlled Substances* (pp. 127–137). Great Britain: John Wiley and Sons. Recuperado a partir de <https://books.google.com.co/books?id=abw93p3C8NEC&printsec=frontcover&hl=es#v=onepage&q&f=false>
- dos Santos, R. G., Osorio, F. L., Crippa, J. A. S., Riba, J., Zuardi, A. W., & Hallak, J. E. C. (2016). Antidepressive, anxiolytic, and antiaddictive effects of ayahuasca, psilocybin and lysergic acid diethylamide (LSD): a systematic review of clinical trials published in the last 25 years: antidepressive effects of ayahuasca, psilocybin and LSD. *Therapeutic Advances in Psychopharmacology*, (September), 2045125316638008–.

<http://doi.org/10.1177/2045125316638008>

- European Monitoring Centre for Drugs and Drug Addiction. (2015). Hallucinogenic mushrooms drug profile. Recuperado a partir de <http://www.emcdda.europa.eu/publications/drug-profiles/mushrooms>
- Freire Fierro, A. (2004). *Botánica Sistemática Ecuatoriana*. St. Louis: Missouri Botanical Garden Press ix.
- Gambaro, V., Roda, G., Visconti, G. L., Arnoldi, S., Casagni, E., Dell'Acqua, L., ... Mora, D. (2016). DNA-based taxonomic identification of basidiospores in hallucinogenic mushrooms cultivated in "grow-kits" seized by the police: LC-UV quali-quantitative determination of psilocybin and psilocin. *Journal of Pharmaceutical and Biomedical Analysis*, 125, 427–432. <http://doi.org/10.1016/j.jpba.2016.03.043>
- Gartz, J. (1992). New aspects of the occurrence, chemistry and cultivation of European hallucinogenic mushrooms. *Annali dei Musei Civici di Rovereto*, 8, 107–124.
- Gartz, J., Allen, J. W., & Merlin, M. D. (1994). Ethnomycology, biochemistry, and cultivation of *Psilocybe samuiensis* Guzmán, Bandala and Allen, a new psychoactive fungus from Koh Samui, Thailand. *Journal of Ethnopharmacology*, 43(2), 73–80. [http://doi.org/10.1016/0378-8741\(94\)90006-X](http://doi.org/10.1016/0378-8741(94)90006-X)
- Gartz, J., & Moller, G. K. (1989). Analysis and Cultivation of Fruit Bodies and Mycelia of *Psilocybe bohemica*. *Biochemie und Physiologie der Pflanzen*, 184(3-4), 337–341. [http://doi.org/10.1016/S0015-3796\(89\)80023-X](http://doi.org/10.1016/S0015-3796(89)80023-X)
- Gilmore, K. A. (1926). Culture Studies of *Psilocybe coprophila*. *Chicago Journals*, 81(4), 419–433.
- Gottlieb, A. (1976). *The psilocybin producers guide*.
- Grob, C. S., Danforth, A. L., Chopra, G. S., Hagerty, M., McKay, C. R., Halberstadt, A. L., & Greer, G. R. (2011). Pilot study of psilocybin treatment for anxiety in patients with advanced-stage cancer. *Archives of General Psychiatry*, 68(1), 71–78. <http://doi.org/10.1001/archgenpsychiatry.2010.116>
- Guzmán, G., Guillén, F. R., Hyde, K. D., & Karunarathna, S. C. (2012). *Psilocybe* s.s. in Thailand: four new species and a review of previously recorded species. *Mycotaxon*, 119(1), 65–81. <http://doi.org/10.5248/119.65>
- Guzmán, G., & Kasuya, T. (2004). The known species of *Psilocybe* (Basidiomycotina, Agaricales, Strophariaceae) in Nepal. *Mycoscience*, 45(4), 295–297. <http://doi.org/10.1007/s10267-004-0186-8>
- Haard, R., & Haard, K. (1975). *Poisonous & hallucinogenic mushrooms*. Washington D. C.: Cloudburst Press.
- Halberstadt, A. L. (2015). Recent advances in the neuropsychopharmacology of serotonergic hallucinogens. *Behavioural Brain Research*, 277, 99–120. <http://doi.org/10.1016/j.bbr.2014.07.016>
- Hasler, F., Grimberg, U., Benz, M. A., Huber, T., & Vollenweider, F. X. (2004). Acute psychological and physiological affects of psilocybin in healthy humans: A double-blind, placebo-controlled dose-effect study. *Psychopharmacology*, 172(2), 145–156. <http://doi.org/10.1007/s00213-003-1640-6>
- Hawksworth, D. L. (1991). The fungal dimension of biodiversity: magnitude, significance, and conservation. *Mycological Research*, 95(6), 641–655. [http://doi.org/10.1016/S0953-7562\(09\)80810-1](http://doi.org/10.1016/S0953-7562(09)80810-1)
- Hawksworth, D. L. (2001). The magnitude of fungal diversity: the 1· 5 million species estimate revisited. *Mycological research*, 105(12), 1422–1432. <http://doi.org/10.1017/S0953756201004725>
- Helbling, A., Horner, W. E., & Lehrer, S. B. (1993). Comparison of *Psilocybe cubensis* spore and

- mycelium allergens. *J Allergy Clin Immunol*, 9(5), 1059–1066. [http://doi.org/10.1016/0091-6749\(93\)90220-A](http://doi.org/10.1016/0091-6749(93)90220-A)
- Hernandez, E., Ortiz, R., Pez, F. L., Maso, F., & Zenteno, E. (1993). Purification and characterization of a galactose-specific lectin from *Psilocybe barrerae*. *Phytochemistry*, 32(5), 1209–1211.
- Hernández, H. (2007). *Macromicetos de una región de Mineral del Chico, Hidalgo: una aproximación a la etnomicología*. Universidad Autónoma del Estado de Hidalgo.
- Hofmann, A., Heim, R., Brack, A., & Kobel, H. (1958). Psilocybin, ein psychotroper Wirkstoff aus dem mexikanischen Rauschpilz *Psilocybe mexicana* Heim. *Experientia*, 14(3), 107–109. <http://doi.org/10.1007/BF02159243>
- Johnson, M. W., Garcia-Romeu, A., Cosimano, M. P., & Griffiths, R. R. (2014). Pilot study of the 5-HT_{2A}R agonist psilocybin in the treatment of tobacco addiction. *Journal of psychopharmacology (Oxford, England)*, (September), 0269881114548296–. <http://doi.org/10.1177/0269881114548296>
- Keay, S. M., & Brown, A. E. (1989). Interactions between *Psilocybe semilanceata* and fungi of its habitat. *Mycological Research*, 93(4), 554–556. [http://doi.org/10.1016/S0953-7562\(89\)80054-1](http://doi.org/10.1016/S0953-7562(89)80054-1)
- Keay, S. M., & Brown, A. E. (1990). Colonization by *Psilocybe semilanceata* of roots of grassland flora. *Mycological Research*, 94(1), 49–56. [http://doi.org/10.1016/S0953-7562\(09\)81263-X](http://doi.org/10.1016/S0953-7562(09)81263-X)
- Kowalczyk, M., Sekuła, A., Mleczko, P., Olszowy, Z., Kujawa, A., Zubek, S., & Kupiec, T. (2015). Practical aspects of genetic identification of hallucinogenic and other poisonous mushrooms for clinical and forensic purposes. *Croatian medical journal*, 56(1), 32–40. <http://doi.org/10.3325/cmj.2015.56.32>
- Lee, J. C. I., Cole, M., & Linacre, A. (2000). Identification of members of the genera *Panaeolus* and *Psilocybe* by a DNA test: A preliminary test for hallucinogenic fungi. *Forensic Science International*, 112(2-3), 123–133. [http://doi.org/10.1016/S0379-0738\(00\)00181-X](http://doi.org/10.1016/S0379-0738(00)00181-X)
- Leung, A. Y., & Paul, A. G. (1966). Baeocystin, a Mono-Methyl Analog of Psilocybin from *Psilocybe baeocystis* saprophytic culture. *Journal of pharmaceutical sciences*, 56(1), 146. <http://doi.org/10.1002/jps.2600560132>
- Leung, A. Y., Smith, A. H., & Paul, A. G. (1965). Production of psilocybin in *Psilocybe baeocystis* saprophytic culture. *Journal of Pharmaceutical Sciences*, 54(11), 1576–1579. <http://doi.org/10.1002/jps.2600541104>
- Masiulionis, V. E., Weber, R. W., & Pagnocca, F. C. (2013). Foraging of *Psilocybe* basidiocarps by the leaf-cutting ant *Acromyrmex lobicornis* in Santa Fé, Argentina. *SpringerPlus*, 2(1), 254. <http://doi.org/10.1186/2193-1801-2-254>
- Metzner, R. (2005). *Sacred Mushroom of Visions: Teonanácatl: A Sourcebook on the Psilocybin Mushroom*. Rochester: Inner Traditions/Bear.
- Moreno, F. a, Wiegand, C. B., Taitano, E. K., & Delgado, P. L. (2006). Safety, tolerability, and efficacy of psilocybin in 9 patients with obsessive-compulsive disorder. *The Journal of clinical psychiatry*, 67(11), 1735–1740. <http://doi.org/10.4088/JCP.v67n1110>
- National Center for Biotechnology Information [NCBI]. (2016a). GenBank. *Psilocybe* spp. Recuperado a partir de <https://www.ncbi.nlm.nih.gov/gquery/?term=psilocybe>
- National Center for Biotechnology Information [NCBI]. (2016b). Glyceraldehyde 3-phosphate dehydrogenase, partial [*Psilocybe cubensis*]. Recuperado a partir de <https://www.ncbi.nlm.nih.gov/protein/AKF17616.1>
- Nowacka, N., Nowak, R., Drozd, M., Olech, M., Los, R., & Malm, A. (2015). Antibacterial, antiradical potential and phenolic compounds of thirty-one polish mushrooms. *PLoS ONE*, 10(10), 1–13. <http://doi.org/10.1371/journal.pone.0140355>
- Patra, S. (2016). Return of the psychedelics: Psilocybin for treatment resistant depression. *Asian*

- Journal of Psychiatry*, 24, 51–52. <http://doi.org/10.1016/j.ajp.2016.08.010>
- Peredy, T., & Bradford, H. (2014). Mushroom, Psilocybin. En P. Wexlerl (Ed.), *Encyclopedia of Toxicology* (Third, Vol. 3, pp. 418–419). Elsevier. <http://doi.org/10.1016/B978-0-12-386454-3.00759-4>
- Redhead, S. A., Moncalvo, J.-M., Vilgalys, R., & Matheny, P. B. (2007). (1757) Proposal to conserve the name *Psilocybe* (Basidiomycota) with a conserved type. *Taxon*, 56(February), 255–257.
- Repke, D. B., Leslie, D. T., & Guzman, G. (1976). Baeocystin in *psilocybe*, *conocybe* and *panaeolus*. *Lloydia*, 40(6), 566–578. Recuperado a partir de <https://www.ncbi.nlm.nih.gov/pubmed/600026>
- Stafford, P. (2003a). *Baeocystis*. En *Magic Mushrooms* (pp. 102–104). Oakland, EEUU: Ronin Publishing. Recuperado a partir de <https://books.google.com.co/books?id=3jqdD1cTh4sC&pg=PA102&lpg=PA102&dq=psilocybe+identification+characteristics&source=bl&ots=Nm-uOpRE8t&sig=V2eBNytFpWygfBV2ZWuJzoHXUVs&hl=es&sa=X&ved=0ahUKEwjwKuJ04TQAhW DKCYKHWZdDoU4ChDoAQgoMAU#v=onepage&q=psilocybe> ide
- Stafford, P. (2003b). *Cubensis*. En *Magic Mushrooms* (pp. 85–90). Oakland, EEUU: Ronin Publishing. Recuperado a partir de <https://books.google.com.co/books?id=3jqdD1cTh4sC&pg=PA102&lpg=PA102&dq=psilocybe+identification+characteristics&source=bl&ots=Nm-uOpRE8t&sig=V2eBNytFpWygfBV2ZWuJzoHXUVs&hl=es&sa=X&ved=0ahUKEwjwKuJ04TQAhW DKCYKHWZdDoU4ChDoAQgoMAU#v=onepage&q=psilocybe> ide
- Stafford, P. (2003c). *Magic Mushrooms*. Oakland, EEUU: Ronin Publishing. Recuperado a partir de <https://books.google.com.co/books?id=3jqdD1cTh4sC&pg=PA102&lpg=PA102&dq=psilocybe+identification+characteristics&source=bl&ots=Nm-uOpRE8t&sig=V2eBNytFpWygfBV2ZWuJzoHXUVs&hl=es&sa=X&ved=0ahUKEwjwKuJ04TQAhW DKCYKHWZdDoU4ChDoAQgoMAU#v=onepage&q=psilocybe> ide
- Stamets, P. (1996). *Psilocybin Mushrooms of the World: An Identification Guide*. Berkeley, California: Ten Speed Press.
- Tylš, F., Páleníček, T., & Horáček, J. (2014). Psilocybin - Summary of knowledge and new perspectives. *European Neuropsychopharmacology*, 24(3), 342–356. <http://doi.org/10.1016/j.euroneuro.2013.12.006>
- Vega-Villasante, F., Ruiz-González, L. E., Guerrero-Galván, S. R., & Guzmán-Dávalos, L. (2013). Evaluación de la toxicidad de *Psilocybe cubensis* (Agaricales, Basidiomycota) sobre *Artemia franciscana* (Crustacea, Anostraca). *Revista Iberoamericana de Micología*, 30(1), 54–56. <http://doi.org/10.1016/j.riam.2012.06.001>
- Vollenweider, F. X., Vontobel, P., Hell, D., & Leenders, K. L. (1999). 5-HT modulation of dopamine release in basal ganglia in psilocybin-induced psychosis in Man - A PET study with [11C]raclopride. *Neuropsychopharmacology*, 20(5), 424–433. [http://doi.org/10.1016/S0893-133X\(98\)00108-0](http://doi.org/10.1016/S0893-133X(98)00108-0)
- Watling, R. (1983). Hallucinogenic mushrooms. *Journal of the Forensic Science Society*, 23(1), 53–66. [http://doi.org/10.1016/S0015-7368\(83\)71545-8](http://doi.org/10.1016/S0015-7368(83)71545-8)
- Zhuk, O., Jasicka-Misiak, I., Poliwoda, A., Kazakova, A., Godovan, V. V., Halama, M., & Wieczorek, P. P. (2015). Research on acute toxicity and the behavioral effects of methanolic extract from psilocybin mushrooms and psilocin in mice. *Toxins*, 7(4), 1018–1029. <http://doi.org/10.3390/toxins7041018>