



FACULTAD DE FARMACIA
UNIVERSIDAD COMPLUTENSE

TRABAJO FIN DE GRADO
HONGOS SUPERIORES COMO FUENTE DE
SALUD

Autor: RUBÉN SÁNCHEZ CASTILLA

D.N.I.: 04850196-W

Tutor: Prof. Dra. Esperanza Torija Isasa

Convocatoria: Junio 2015

ÍNDICE

RESUMEN	3
1. INTRODUCCIÓN Y ANTECEDENTES	4
1.1.- El Reino Fungi y su diversidad biológica	4
1.2.- Interés científico de los hongos superiores	6
2. OBJETIVOS	6
3. METODOLOGÍA	7
4. RESULTADOS Y DISCUSIÓN	7
4.1.- Composición y valor nutritivo de setas comestibles más consumidas en España	7
4.1.1- Macronutrientes	8
4.1.2.- Micronutrientes: minerales y vitaminas	10
4.2.- Valor medicinal de los hongos superiores	12
5. CONCLUSIONES	16
6. BIBLIOGRAFÍA	17

RESUMEN

Los hongos superiores o setas han atraído al ser humano durante siglos. Existe gran diversidad entre ellos: hongos venenosos, tóxicos, comestibles, medicinales... Gracias a esta biodiversidad y a características especiales que hacen que los hongos no se puedan encuadrar en ningún otro reino, se llegó a la conclusión de que los hongos debían incluirse en un reino aparte, el Reino Fungi.

El objetivo de este trabajo es conocer la composición, características funcionales y compuestos de interés para la salud de algunos hongos superiores.

Tras realizar una revisión bibliográfica, se ha podido conocer que el valor nutritivo de los hongos es interesante al presentar poca cantidad de grasa y contenido proteico variable; además, su fracción principal son los hidratos de carbono disponibles, contienen más o menos fibra y su valor energético es bajo. El elemento mineral que se encuentra en mayor proporción es el potasio, y el sodio el que está en menor proporción, entre los macroelementos. La vitamina C, se encuentra en muy baja proporción.

El interés que suscitan actualmente por sus características funcionales y por la presencia de compuestos con carácter bioactivo o farmacológico, es el motivo de la segunda parte del trabajo. La fracción hidrocarbonada de los hongos superiores es sobre la que se han realizado más estudios; concretamente, los β -glucanos y otros polisacáridos se han identificado con un efecto inmunoestimulante que conlleva capacidad antitumoral de los mismos. También hay presentes compuestos con actividad antioxidante y antimicrobiana.

En definitiva, al estudiar el valor nutritivo y la utilidad para la salud de los hongos, podemos concluir que nos encontramos ante un grupo de seres vivos muy interesantes como fuente de salud.

1. INTRODUCCIÓN Y ANTECEDENTES

Hongo y seta son dos términos que, a menudo, se usan indistintamente para referirse al mismo concepto. La Real Academia Española¹ define los hongos como “plantas talofitas, sin clorofila, de tamaño muy variado y reproducción preferentemente asexual, por esporas. Es parásita o vive sobre materias orgánicas en descomposición. Su talo, ordinariamente ramificado y filamentosos y conocido con el nombre de micelio, absorbe los principios orgánicos nutritivos que existen en el medio”. Y una seta es definida como “cualquier especie de hongo, comestible o no, con forma de sombrilla, sostenida por un pedicelo”. Pero de acuerdo con la FAO², las setas son realmente los cuerpos fructíferos u órganos reproductores de algunas especies de hongos como los basidiomicetos. Los hongos han despertado el interés del ser humano desde tiempos remotos y la ciencia los estudia desde diferentes campos: Botánica, Ciencias Alimentarias, Ciencias de la Salud...

1.1.- El Reino Fungi y su diversidad biológica

Con los datos actuales y el conocimiento del mundo de los hongos, cada vez más avanzado, podemos establecer que la definición de hongo propuesta por la RAE carece de validez científica. Una definición más acertada acerca de qué es un hongo la podemos encontrar en libros especializados de botánica. Así, Nabors³ establece que los hongos son en su mayoría seres eucariotas pluricelulares compuestos de largos filamentos denominados hifas que forman una masa entrelazada denominada micelio, formando esporas durante la reproducción (ya sea sexual o asexual). Diego-Calonge⁴ especifica que “son incapaces de autoelaborar los compuestos orgánicos necesarios a partir de los inorgánicos”; y Viani⁵ hace referencia a formas de vida simbióticas, saprófitas o parásitas. Además, los hongos carecen de clorofila (a diferencia de las plantas verdes), tienen una pared celular formada por quitina y como sustancia de reserva contienen glucógeno^{6,7,8}. Todas estas características avalaron que, al no ser ni animales ni vegetales estrictos, los hongos se incluyeran en un reino propio: el Reino Fungi.

La FAO² dice que los hongos comestibles han estado ignorados por la ciencia hasta tiempos recientes, pero desde la antigüedad han suscitado interés y se fueron realizando diferentes estudios con los medios de la época. La Micología, ciencia que los estudia, establece su clasificación taxonómica agrupándolos en cuatro filos de clasificación³: Chytridiomycota, Zygomycota, Ascomycota y Basidiomycota. A modo de resumen, en la Tabla 1, adaptada de Curtis et al.⁹, se pueden encontrar los filos del Reino Fungi con una explicación breve de sus características principales.

Tabla 1. Clasificación taxonómica de hongos y características principales

FILO	Estructura	Reproducción	Ejemplos
CHYTRIDIOMYCOTA	Micelio primitivo con hifas no tabicadas	Reproducción asexual	- <i>S. endobioticum</i> (sarna verrugosa en patatas)
ZYGOMYCOTA	Micelio pluricelular con hifas no tabicadas	Reproducción asexual Reproducción sexual	- <i>Rhizopus stolonifer</i> (moho negro del pan)
ASCOMYCOTA	Micelio pluricelular con hifas tabicadas y ramificadas Algunos levuriformes	Reproducción asexual Reproducción sexual	- Estructura miceliar (<i>Tuber, Morchella</i>) - Estructura levuriforme: <i>S.cerevisiae</i>
BASIDIOMYCOTA	Micelio dicariótico con hifas tabicadas Algunos levuriformes	Reproducción asexual Reproducción sexual	Incluye la mayoría de setas comestibles

Para centrar este trabajo, nos detendremos en las setas comestibles, pertenecientes al filo Basidiomycota. La seta es el órgano reproductor del hongo y está formada, generalmente, por un pie, un anillo y un sombrero con láminas que contienen los basidios, órganos encargados de la reproducción. Por tanto, se puede decir que “el hongo forma la seta”¹⁰, que le va a servir como medio de reproducción. Nabors³ y Curtis et al.⁹ explican que la mayoría de los basidiomicetos se reproducen de forma sexual. Es el caso del champiñón común (*Agaricus bisporus* L.), en el que los basidios ($n + n$) tras una cariogamia forman núcleos diploides que tras una meiosis dan lugar a las basidiosporas. A partir de ellas, se desarrollan micelios monocarióticos de distinto tipo que finalmente se unen tras un proceso conocido como plasmogamia, obteniendo un micelio dicariótico que dará lugar al hongo y, posteriormente, a la seta, volviéndose a repetir el ciclo. Esto puede observarse en la Figura 1, tomada de Kuhar et al.¹¹.

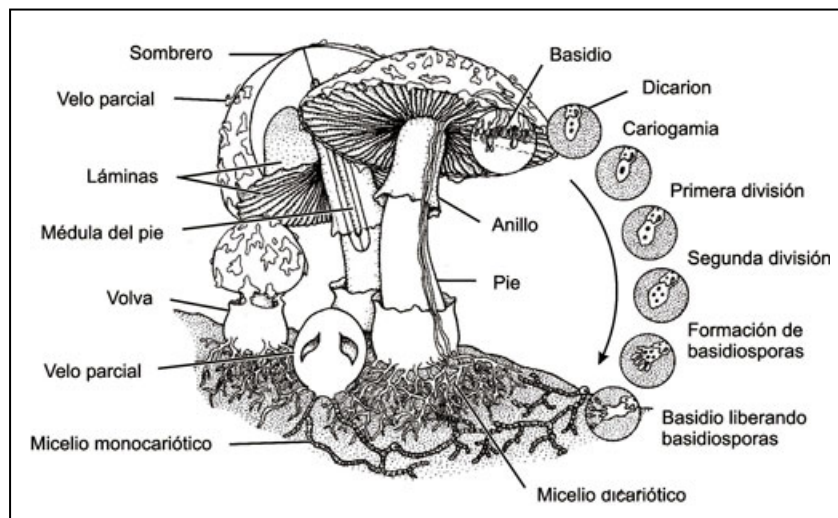


Figura 1. Ciclo de reproducción de los hongos basidiomicetos¹¹

1.2.- Interés científico de los hongos superiores

Estamos hablando de que el filo Basidiomycota incluye la mayoría de las setas comestibles, pero no todas lo son. La FAO² establece que existen setas comestibles, medicinales, tóxicas, venenosas..., de modo que hay que saber reconocerlas para evitar problemas si se consumen. Diego-Calonge¹² cita propiedades de los hongos tan variadas como anticancerígenas, eméticas (utilidad en intoxicaciones digestivas), antibióticas, producción de vitaminas...; estas propiedades se deben a diversos compuestos que estudiaremos más adelante.

Las setas comestibles presentan un alto contenido de agua, poca cantidad de grasa y son ricas en hidratos de carbono y sales minerales, por lo que se puede decir que presentan un perfil nutricional particular. Además, algunas son consideradas alimentos funcionales¹³ debido a la presencia en su composición de antioxidantes y otros compuestos que son importantes para la prevención de enfermedades relacionadas con el estrés oxidativo: enfermedades cardiovasculares, cáncer... Actualmente, se está dando mucha importancia a estas características funcionales y a hongos que, presentes durante siglos en la medicina tradicional china, pueden ser fuente de interesantes compuestos con propiedades medicinales.

En el Codex Alimentarius¹⁴ podemos encontrar distintas normas generales o recomendaciones en relación a la preparación, el consumo y la comercialización de los hongos comestibles. La regulación de la cadena de producción de las setas comestibles en España está basada en el Real Decreto 30/2009¹⁵, que se aplica a todas las setas silvestres y cultivadas que se comercializan en el mercado nacional, pero no aplicable al consumo privado de setas. Todas las setas comercializadas deben ajustarse a las normas del Real Decreto 1334/1999¹⁶ en relación al etiquetado, presentación y publicidad de los productos alimenticios. Además de la legislación a nivel nacional, existen normativas específicas desarrolladas por las distintas comunidades autónomas de España.

2. OBJETIVOS

El objetivo general de este trabajo es conocer diferentes aspectos de la composición de los hongos superiores o setas comestibles en relación con la salud. Para ello se plantean dos objetivos específicos:

- Conocer la composición y el valor nutritivo de algunas de las setas comestibles de mayor consumo en España y conocer sus características como alimentos funcionales.

- Establecer, en base a las investigaciones realizadas hasta el momento, cuáles son los principales compuestos bioactivos que permitan justificar el uso de los hongos superiores o algunos de sus compuestos en relación a diferentes actividades farmacológicas descritas.

3. METODOLOGÍA

El método empleado para la realización de este trabajo fue la revisión bibliográfica. Las fuentes bibliográficas utilizadas fueron fuentes primarias (artículos de investigación) y fuentes secundarias (bases de artículos de investigación como PubMed, Scielo, Google Académico o el Catálogo Cisne de la Biblioteca de la Universidad Complutense de Madrid). También se realizaron consultas de libros de texto para los conceptos fundamentales encaminados a dar cumplimiento a los objetivos propuestos.

4. RESULTADOS Y DISCUSIÓN

En primer lugar, se estudian las setas comestibles más habituales en España a través de su contenido de macronutrientes, micronutrientes y energía, haciendo también referencia a algunos de los compuestos que pueden dar a los hongos características funcionales. En segundo lugar, se intenta profundizar en el conocimiento de cuáles son los componentes que permiten considerar las citadas características funcionales de los hongos y que permitan establecer una relación entre los hongos que los contienen y acciones sobre la salud.

4.1.- Composición y valor nutritivo de setas comestibles más consumidas en España

El consumo de setas en España es relativamente frecuente y se suelen utilizar como acompañamiento de platos principales, en la mayoría de los casos. Al no existir estudios de relevancia en cuanto al consumo de setas en nuestro país, se ha recurrido al trabajo de Lobato⁶, de 2011, en el que se realizó un estudio en relación al consumo de setas en Madrid. En él se comenta que las setas que más se consumen son, por este orden: champiñones (*Agaricus bisporus* L.), níscalos (*Lactarius deliciosus* L.), pleurotus o seta ostra (*Pleurotus ostratus* L.) y boletos (*Boletus edulis* Bull). Los champiñones y la seta ostra comercializados en Madrid eran cultivados. Si bien el shiitake (*Lentinula edodes* (Berk.) Singer) no se presenta como una seta de consumo frecuente, es interesante destacar que, de acuerdo a este trabajo, sí se encontraba comercializada en Madrid y su consumo es cada vez mayor en

España, conociéndola como la seta de los restaurantes chinos. Lobato⁶ dice que las setas comercializadas cumplían con las normas legislativas vigentes en nuestro país.

En la Figura 2 se pueden observar las imágenes de las setas que se han estudiado.



Figura 2. Imágenes de las setas comestibles estudiadas

4.1.1.- Macronutrientes

En la Tabla 2 se recogen los datos correspondientes a la composición centesimal, expresados sobre sustancia fresca (s.s.f.), de las setas anteriormente citadas, más consumidas en Madrid, además del shiitake. No todos los autores recogen los mismos componentes ni las mismas setas en sus estudios.

Pasando a analizar los datos recogidos, en primer lugar podemos establecer que las setas son alimentos con una elevada cantidad de agua, casi siempre cercana al 90%.

Los hidratos de carbono disponibles constituyen la fracción más abundante. Los valores medios se encuentran entre 3,07 y 6,65 g/100 g, aunque el rango de valores en general es muy superior (entre 0,1 y 9,3 g/100 g), lo que puede deberse al uso de distintos métodos de análisis por parte de los autores consultados. Encontramos datos bastante bajos en los valores que proporcionan las tablas de composición alemanas de Souci et al.¹⁷, que pueden ser debidas al cálculo de los hidratos de carbono por diferencia. De hecho, es curioso que en este caso los datos de fibra dietética son más elevados que en el resto de los estudios, con lo que se podría confirmar la hipótesis anterior. En todo caso, los valores medios de fibra oscilan entre 1,47 y 2,87 g/100 g; sin embargo, los valores obtenidos por Torija⁸ son siempre inferiores al 1%; en este caso, la razón es que Torija calculaba fibra bruta.

Tabla 2. Composición centesimal de setas comestibles (s.s.f.)

Componente (g/100 g)	Hongo	Souci (17)	Moreiras (18)	USDA (19)	Toriya (8)	Lobato (6)	Reis (20)	Valor medio	Rango
Agua	Champiñón	93,0	91,4	92,45	91,8	-	91,27	91,98 ± 0,73	91,27 - 93,0
	Níscalo	89,8	92,97	-	91,81	92,33	-	91,73 ± 1,37	89,8 - 92,97
	Boleto	88,6	-	-	90,2	91,18	-	89,99 ± 1,30	88,6 - 91,18
	Seta ostra	90,1	-	89,18	93,03	-	89,17	90,37 ± 1,83	89,17 - 93,03
	Shiitake	-	-	89,74	-	-	79,78	84,76 ± 7,04	79,78 - 89,74
Hidratos de carbono	Champiñón	0,56	4,0	3,26	4,54	-	6,46	3,76 ± 2,15	0,56 - 6,46
	Níscalo	0,1	0,2	-	4,76	7,22	-	3,07 ± 3,52	0,1 - 7,22
	Boleto	0,53	-	-	5,61	4,33	-	3,49 ± 2,64	0,53 - 5,61
	Seta ostra	-	-	6,09	4,55	-	9,3	6,65 ± 2,42	4,55 - 9,3
	Shiitake	-	-	6,79	-	-	17,62	12,21 ± 7,66	6,79 - 17,62
Fibra	Champiñón	2,03	2,5	1	0,35	-	-	1,47 ± 0,97	0,35 - 2,5
	Níscalo	5,53	4,7	-	0,55	0,71	-	2,87 ± 2,61	0,55 - 5,53
	Boleto	6,02	-	-	0,33	0,70	-	2,35 ± 3,18	0,33 - 6,02
	Seta ostra	5,85	-	2,3	0,21	-	-	2,79 ± 2,85	0,21 - 5,85
	Shiitake	-	-	2,5	-	-	-	2,50 ± 0,00	
Proteínas	Champiñón	4,11	1,8	3,09	2,29	-	1,23	2,50 ± 1,13	1,23 - 4,11
	Níscalo	2,83	1,6	-	1,98	1,86	-	2,07 ± 0,53	1,6 - 2,83
	Boleto	5,4	-	-	2,72	2,05	-	3,39 ± 1,77	2,05 - 5,4
	Seta ostra	3,46	-	3,31	1,47	-	0,76	2,25 ± 1,34	0,76 - 3,46
	Shiitake	-	-	2,24	-	-	0,89	1,57 ± 0,95	0,89 - 2,24
Lípidos	Champiñón	0,25	0,3	0,34	0,12	-	0,19	0,24 ± 0,09	0,12 - 0,34
	Níscalo	0,67	0,8	-	0,21	0,71	-	0,60 ± 0,26	0,21 - 0,8
	Boleto	0,4	-	-	0,34	0,12	-	0,29 ± 0,15	0,12 - 0,4
	Seta ostra	0,22	-	0,41	0,12	-	0,15	0,23 ± 0,13	0,12 - 0,41
	Shiitake	-	-	0,49	-	-	0,35	0,42 ± 0,10	0,35 - 0,49

Prádena⁷ determina distintos hidratos de carbono con funciones variadas en el champiñón. Indica la presencia de trehalosa, disacárido característico de los hongos; la presencia de quitina como polisacárido constituyente de la pared celular fúngica, o la presencia de manitol, poliol con una función determinante en el desarrollo del basidiocarpo del champiñón. Además, como hidratos de carbono de reserva el champiñón contiene glucógeno; este último lo pone de manifiesto Lobato⁶, mediante análisis cualitativo en sus muestras de niscalos y boletos. Un grupo de componentes de gran interés dentro de los hidratos de carbono son los β -glucanos (como veremos más adelante); estos compuestos forman parte de la fibra y tienen carácter prebiótico.

En cuanto al contenido proteico, podemos afirmar que se encuentra variabilidad entre las especies estudiadas. Si bien es la fracción con más uniformidad en cuanto a los valores medios obtenidos por especie, las proteínas se encuentran entre 0,76 y 5,4 g/100 g en función del autor y del hongo consultados.

Si nos fijamos en el contenido de grasa, podemos observar que las setas presentan un bajo contenido lipídico, que varía entre las distintas especies de hongos pero en ningún caso es superior al 1% de su composición centesimal. De acuerdo a los estudios de Lobato⁶, el níscolo es el hongo con mayor contenido de grasa; pero hay que destacar que las investigaciones de Reis et al.²⁰ ponen de manifiesto que en torno a un 69,4 a 82 % de los lípidos que contienen son ácidos grasos poliinsaturados, según la especie. Esto supone una ventaja derivada de su consumo, ya que los ácidos grasos poliinsaturados son más saludables que los saturados, cuyo consumo está relacionado con enfermedades cardiovasculares. Es interesante destacar que, según Prádena⁷, los hongos no presentan colesterol.

El aporte energético de las setas se calculó a partir de los valores medios encontrados, para los macronutrientes de cada especie (Tabla 2). Podemos ver que la energía, en general, es baja; la mayor corresponde a la seta ostra (37,67 kcal/100 g s.s.f.), seguida del boleto (30,13 kcal/100 g s.s.f.), el champiñón (27,2 kcal/100 g s.s.f.) y el níscolo (25,96 kcal/100 g s.s.f.).

4.1.2.- Micronutrientes: minerales y vitaminas

Los minerales y las vitaminas son considerados micronutrientes al formar parte de diferentes procesos biológicos en el organismo. En este apartado se consideran los macroelementos: Na, K, Ca y Mg, y se han omitido los datos sobre shiitake por ser casi inexistentes. En la Figura 3 se han representado los valores medios de estos minerales.

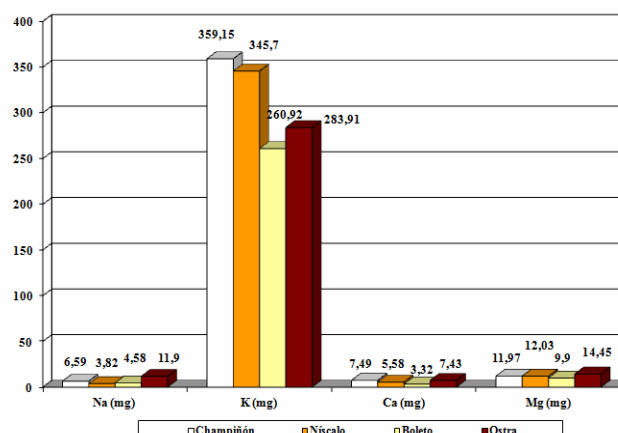


Figura 3. Contenido de elementos minerales en mg/100 g (s.s.f.)

Como se puede observar, el mineral más abundante en los hongos es el potasio, con valores entre los 260 y 360 mg/100 g s.s.f., en función del hongo estudiado. En relación al sodio, el níscolo es el hongo que menor cantidad presenta (3,82 mg/100 g, s.s.f.) , siendo la seta ostra la que presenta mayor proporción (11,9 mg/100 g s.s.f.).

En cuanto a las vitaminas, en la bibliografía existen pocos autores que las relacionan y, además, con pocos datos, lo que nos lleva a poder hablar únicamente de la vitamina C, cuyos valores se han recogido en la Figura 4.

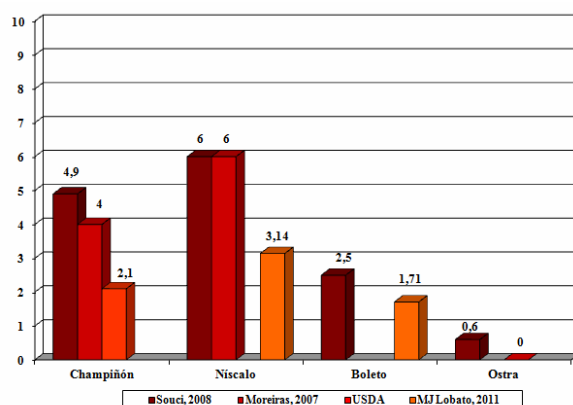


Figura 4. Contenido de vitamina C en mg/100 g (s.s.f.)

En general, las setas estudiadas presentan poca cantidad de vitamina C, y como vemos los datos son variables. Así, los hongos que presentan más cantidad de vitamina C son el champiñón y el níscolo; la seta ostra apenas contiene esta vitamina. No obstante, en el caso del champiñón, encontramos valores que difieren casi en el doble. En todo caso, como podemos ver, los hongos no son una fuente rica en vitamina C, al presentar como máximo 6 mg/100 g en el caso del níscolo.

Un dato de interés respecto al contenido de vitamina C en el champiñón es el obtenido por Prádena⁷, quien analiza champiñón recién recolectado y encuentra un valor medio de 20,3 mg/100 g. Torija y Orzáez²¹, por su parte, determinaron vitamina C en champiñón comercializado a granel y en bandejas recubiertas de plástico y encontraron bastante variabilidad en las primeras, siendo en todos los casos el contenido inferior a 4 mg/100 g. Con estos datos, podemos deducir que el contenido de vitamina C de los hongos va disminuyendo desde su recolección hasta que es consumido, a través de las diferentes etapas de la cadena alimentaria.

En relación a las características funcionales de los hongos, en Europa, no están definidos como tal. Sí se considera que son alimentos funcionales aquellos que además de su valor nutritivo tienen compuestos beneficiosos para la salud. Por otra parte, sí está permitido hacer alegaciones de salud sobre determinados alimentos o alguno de sus componentes (Reglamento (CE) 1924/2006), para lo que se requieren numerosos estudios previos. A petición de determinadas industrias, que pretenden utilizar algunos alimentos o sus componentes como ingredientes alimentarios, la Unión Europea, adopta Decisiones que permiten el uso pretendido. A este respecto existen Decisiones Comunitarias relacionadas con hongos comestibles; se trata de la Decisión 2001/721/CE sobre Trehalosa, que podrá utilizarse como edulcorante y la Decisión 2001/73/UE sobre el Extracto de micelio de *Lentinula edodes*, que contiene lentinano, un β -glucano potenciador del sistema inmune. En la página de AECOSAN²², se pueden consultar todos estos documentos.

4.2.- Valor medicinal de los hongos superiores

El punto de partida para esta parte del trabajo es el conocimiento de la utilización de diferentes hongos en la Medicina Tradicional China por su utilidad para la salud, como apunta Lorite²³. Actualmente, estos hongos son motivo de interés por parte de distintos investigadores: Diego-Calonge¹² (2011), Shashidhar et al.²⁴ (2013), Bishop et al.²⁵ (2015).

Los hongos que presentan más relevancia y que se han utilizado desde tiempos antiguos como remedios tradicionales en países asiáticos que hoy despiertan el mayor interés son los siguientes: *Lentinula edodes* (hongo shiitake), *Grifola frondosa* (hongo maitake), *Ganoderma lucidum* (hongo reishi), *Cordyceps sinensis* y *Poria cocos*. En la Figura 5 se recogen imágenes de estos hongos.

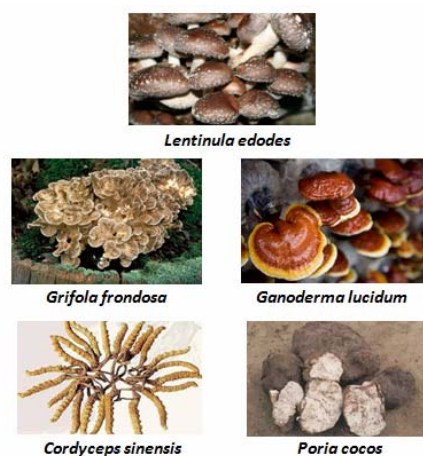


Figura 5. Imágenes de los hongos superiores con valor medicinal estudiados

En la Tabla 3 se incluyen los compuestos de estos hongos que tienen actividad farmacológica, según distintas fuentes bibliográficas. Conviene resaltar que los estudios consultados son, en su mayoría, de origen asiático. Esto es debido a que es en estos países donde hay más tradición de consumo y uso medicinal de estos hongos.

Tabla 3. Compuestos químicos de hongos superiores con actividad farmacológica

	COMPUESTO	ACTIVIDAD	FUENTE
<i>Lentinula edodes</i> (hongo shiitake)	Polisacáridos (β -glucanos) En especial, el lentinano	Antitumoral	Suárez ²⁶ (2010); Zhang et al. ²⁷ (2011); Suárez ²⁸ (2012)
		Antimicrobiana, antiviral y antifúngica	Hearst et al. ²⁹ (2009); Suárez ²⁶ (2010); Pereira et al. ³⁰ (2011); Ríñao et al. ³¹ (2012)
		Inmunomoduladora	Suárez ²⁶ (2010); Suárez ²⁸ (2012); Xu et al. ³² (2012)
	Estatinas	Hipolipidémica	Suárez ²⁸ (2012)
	Eritadenina	Hipolipidémica	Enman ³³ (2008); Suárez ²⁵ (2010)
<i>Grifola frondosa</i> (hongo maitake)	Polisacáridos (β -glucanos)	Antitumoral	Kodama et al. ³⁴ (2002); Illana-Esteban ³⁵ (2008); Deng et al. ³⁶ (2009); Llaudó et al. ³⁷ (2012)
		Antioxidante	Lee et al. ³⁸ (2003); Chen et al. ³⁹ (2012)
		Cicatrizante	Lee et al. ³⁸ (2003); Illana-Esteban ³⁵ (2008)
	Glicoproteína extraída	Antihipertensiva e hipolipemiante	Illana-Esteban ³⁵ (2008)
<i>Ganoderma lucidum</i> (hongo reishi)	Polisacáridos	Inmunomoduladora	Shao et al. ⁴⁰ (2004); Zhu et al. ⁴¹ (2007); Bishop et al. ²⁵ (2015)
		Antioxidante	Cao ⁴² (2002); Xiaoping et al. ⁴³ (2009)
	Triterpenoides	Antitumoral	Cheng et al. ⁴⁴ (2010); Bishop et al. ²⁵ (2015)
		Neuroprotector	Bishop et al. ²⁵ (2015)
		Anti-HIV	Bishop et al. ²⁵ (2015)
		Antidiabética	Ma et al. ⁴⁵ (2015)
<i>Cordyceps sinensis</i>	Polisacáridos	Antioxidante	Li et al. ⁴⁶ (2001); Shashidhar et al. ²⁴ (2013); Yan et al. ⁴⁷ (2014)
		Inmunomoduladora	Jordan et al. ⁴⁸ (2008); Shashidhar et al. ²⁴ (2013); Yan et al. ⁴⁷ (2014)
		Antitumoral	Shashidhar et al. ²⁴ (2013); Yan et al. ⁴⁷ (2014); Yao et al. ⁴⁹ (2014)
		Antidiabética	Shashidhar et al. ²⁴ (2013); Yan et al. ⁴⁷ (2014)
	Proteínas	Antiinflamatoria	Yang et al. ⁵⁰ (2011); Shashidhar et al. ²⁴ (2013)
		Antimicrobiana	Zheng et al. ⁵¹ (2006); Shashidhar et al. ²⁴ (2013)
<i>Poria cocos</i>	Polisacáridos	Antioxidante	Tang et al. ⁵² (2014); Sun ⁵³ (2014)
		Antitumoral	Huang et al. ⁵⁴ (2007); Sun ⁵³ (2014)
		Inmunomoduladora	Lu et al. ⁵⁵ (2010); Jeong et al. ⁵⁶ (2014)

La fracción más estudiada, como se puede observar en la Tabla 3, es la hidrocarbonada, destacando los polisacáridos como compuestos con diferentes actividades farmacológicas. La investigación sobre estos polisacáridos ha revelado que presentan, en su mayoría, carácter inmunoestimulante, como en el caso de *Lentinula edodes*^{26,28,32}, *Ganoderma lucidum*^{25,40,41}, *Cordyceps sinensis*^{24,47,48} y *Poria cocos*^{55,56}. Los principales polisacáridos hallados con estas características son los β -glucanos que, al estimular las defensas, favorecen el proceso de lucha contra el cáncer. Con respecto a esto último, el compuesto identificado que más se ha estudiado es el lentinano, un β -glucano que ha demostrado actividad estimulante del sistema inmune responsable de su acción antitumoral, de acuerdo a los estudios de Suárez^{26,28} y Zhang et al.²⁷. La estructura del lentinano juega un papel importante a la hora de mostrar su actividad antitumoral, siendo en forma de triple hélice cuando potencia sus efectos inmunoestimulantes⁵⁷; además, se ha observado también que presenta un mecanismo de adsorción de iones divalentes⁵⁸, lo que podríamos interpretar de dos maneras: por un lado, ingerido el hongo en la dieta, podría adsorber iones como el hierro y ser considerado antinutriente; pero si adsorbe metales pesados, presentes en alimentos por contaminación, podríamos considerarlo compuesto bioactivo.

No obstante, el lentinano no es el único compuesto hallado con estas actividades. En el hongo maitake (*Grifola frondosa*), se ha identificado un compuesto estimulante de los macrófagos, denominado grifolano³⁵. Este grifolano, según Llauradó et al.³⁷, activa in vitro los macrófagos para producir el TNF- α (Factor de Necrosis Tumoral- α), de modo que queda evidenciada la relación entre la actividad inmunomoduladora y antitumoral.

Pero no solo los polisacáridos han mostrado actividad inmunoestimulante y anticancerígena. En 2010, Suárez²⁶ cita el ergosterol, compuesto presente en el hongo shiitake, con actividad antitumoral y, en 2013, el estudio de Shashidhar et al.²⁴ confirma el papel de los esteroides de *Cordyceps sinensis* en la lucha antitumoral. En *Poria cocos* se han hallado péptidos⁵⁶ con dichas actividades farmacológicas; y en los estudios de Gapter et al.⁵⁹ se describe la acción de un triterpenoide, conocido como PA (pachymic acid), del que se ha demostrado actividad antitumoral al inhibir la fosfolipasa A2, involucrada en fenómenos cancerígenos como el cáncer de próstata.

Otra de las propiedades de mayor relevancia de los hongos estudiados es la actividad antioxidante, que se ha relacionado, entre otras, con la salud cardiovascular. Xiaoping et al.⁴³ relacionan polisacáridos de *Ganoderma lucidum* con esta actividad al ser capaces de aumentar las actividades de enzimas antioxidantes como la superóxido-dismutasa y la catalasa. En la

revisión bibliográfica que se ha realizado, se ha encontrado referencia a dicha actividad en todas las especies investigadas excepto en *Lentinula edodes*. Este hongo presenta, además, actividad antihiperlipidémica gracias a dos compuestos: la eritadenina²⁶ y las estatinas²⁸. Las estatinas naturales actúan de igual forma que las comercializadas de síntesis, inhibiendo la HMG-coA reductasa, con lo que se impide la formación del colesterol. La eritadenina, por su parte, es un derivado de adenosina que se ha estudiado y se ha visto que tiene efecto hipolipidémico. Lo que no se conoce bien es su mecanismo de acción, ya que según Enman et al.³³ no hay estudios que demuestren que reduce los niveles de colesterol; también se comenta que la eritadenina podría ejercer su efecto mediante dos mecanismos que están siendo investigados: la estimulación de la captación de colesterol por parte de los tejidos y la inhibición de su liberación a sangre por parte de los mismos. Además, según los estudios de Yamada⁶⁰, la eritadenina sería capaz de inhibir el enzima S-adenosilhomocisteína hidrolasa, estando en estudio su posible relevancia clínica.

También es de destacar la actividad antimicrobiana de estos hongos. Esta acción sería llevada a cabo por compuestos proteicos en el caso de *Cordyceps sinensis* y por polisacáridos en el caso de *Lentinula edodes*. Estos polisacáridos, según el estudio de Hearst et al.²⁹, mostraron actividad frente a un 85% de las bacterias a las que se enfrentaron, superando el nivel de la prueba control realizada con ciprofloxacino. También hay estudios que hablan de su efecto antimicrobiano a nivel de la cavidad oral, ya que inhiben el crecimiento de bacterias y destruye los biofilms ya preformados en la cavidad bucal⁶¹.

Los estudios más recientes están mostrando nuevos compuestos con nuevas actividades que pueden resultar importantes en el futuro. La presencia de polisacáridos en *Cordyceps sinensis* y de triterpenoides en *Ganoderma lucidum* se ha relacionado con efectos antidiabéticos^{24,45,47} en modelos de experimentación. Además, según los estudios de Bishop et al.²⁵, realizados muy recientemente, en 2015, en el caso de este último hongo, existen triterpenoides que han mostrado efectos inhibitorios de la proteasa en el HIV-I. También se han identificado lacasas que inhiben la actividad transcriptasa reversa en el mismo virus, lo que supone una interesante vía de investigación en la lucha contra el SIDA.

En definitiva, los hongos que se han usado tradicionalmente en la medicina china, cuyo uso se va difundiendo por todo el mundo, presentan una serie de compuestos con actividades diversas pero muy interesantes en el campo de la salud. El efecto inmunoestimulante podría aprovecharse para aumentar las defensas de personas que, por diversos procesos patológicos, sufran una bajada de defensas prolongada. En el caso del

efecto anticancerígeno, si bien los hongos no sirven para curar un cáncer, sí que se usan en ocasiones como complementos alimenticios que ayuden a aumentar las defensas y, por tanto, de forma natural puede ayudar a combatir el proceso cancerígeno. En el caso de la capacidad antioxidante, sería interesante enfocar la investigación en relación a determinar si productos derivados de los hongos podrían suponer una disminución cuantitativa en el riesgo cardiovascular. No hay que olvidar que la penicilina fue obtenida a partir de un hongo, *Penicilium notatum*, y, por tanto, en el caso de la actividad antimicrobiana, son necesarios más estudios para encontrar compuestos que puedan ser útiles en la medicina.

5. CONCLUSIONES

- ✓ Las setas comestibles más consumidas en España (champiñón, níscalo, boleto y seta ostra) presentan gran cantidad de agua y su macronutriente principal son los hidratos de carbono. El contenido proteico es variable y la fracción lipídica es inferior al 1% de su composición centesimal.
- ✓ De los micronutrientes, entre los macroelementos minerales destaca el potasio, tienen poco sodio y algo más de calcio y magnesio. Respecto a la vitamina C, no son una fuente importante de la misma y su contenido varía en función de la fecha de recolección del hongo y de los tratamientos que sufra a lo largo de la cadena alimentaria.
- ✓ Al estudiar los compuestos con posible actividad farmacológica, el mayor interés lo suscitan los hongos de la Medicina Tradicional China (*Lentinula edodes*, *Grifola frondosa*, *Ganoderma lucidum*, *Cordyceps sinensis* y *Poria cocos*). La fracción más estudiada es la hidrocarbonada y destacan los β -glucanos como compuestos con actividad potenciadora del sistema inmune y anticancerígena, además de actividad antioxidante y antimicrobiano; no obstante, existen otros compuestos como péptidos y triterpenoides que se relacionan también con estas actividades. Además, otros compuestos como la eritadenina y las estatinas pueden ser de interés en la prevención de trastornos cardiovasculares.
- ✓ Actualmente, se están llevando a cabo investigaciones que ponen de manifiesto que los hongos podrían ser fuente de nuevos compuestos de utilidad en enfermedades concretas como la diabetes o el SIDA, lo que confirma el enorme potencial que estos seres vivos presenta en el campo de la investigación en Ciencias de la Salud.

6. BIBLIOGRAFÍA

1. Real Academia Española. **Diccionario de la lengua española**. 23ª edición. Madrid: Espasa; 2014.
2. FAO. **Los hongos silvestres comestibles: perspectiva global de su uso e importancia para la población**. Roma: FAO; 2005.
3. Nabors MW. **Hongos**. En: Nabors, MW. **Introducción a la Botánica**. España: Pearson Educación; 2006. p. 457-480.
4. De Diego Calonge, F. **Setas (hongos). Guía ilustrada**. España: Ediciones Mundi-Prensa; 1979.
5. Viani PL, Leoni JE, Ferreri B, Curcio S. **El Gran Libro de las Setas: cómo conocerlas, dónde se encuentran, cómo viven**. Barcelona: De Vecchi; 1975.
6. Lobato MJ. **Setas comestibles de moda: niscalos y boletos**. Madrid: Universidad Complutense de Madrid; 2011.
7. Prádena y Lobón JM. **Estudio bromatológico para la caracterización del champiñón (*Agaricus Bisporus (Lange) Imbach.*)**. Madrid: Universidad Complutense de Madrid; 1996.
8. Torija ME. **Principios inmediatos y elementos minerales en hongos comestibles**. Madrid: Universidad Complutense de Madrid; 1981.
9. Curtis H, Barnes NS, Schnek A, Flores G. **Eukarya III: el linaje de los hongos y los animales**. En: Curtis H, Barnes NS, Schnek A, Flores G. **Invitación a la Biología**. Buenos Aires: Ed. Médica Panamericana; 2006. p. 378-403.
10. Calle JR. **Basidiomycetes: esporas y ecología**. Revista YESCA [Internet]. 2012 [citado 3 May 2015]; 24: 17-21. Disponible en: <http://www.somican.es/Yesca%2024.pdf>
11. Kuhar F, Castiglia V, Papinutti L. **Reino Fungi: morfologías y estructuras de los hongos**. Revista Boletín Biológica [Internet]. 2013 [citado 3 May 2015]; 28:11-18. Disponible en: <http://www.boletinbiologica.com.ar/pdfs/N28/kuhar%28teoria28%29.pdf>
12. De Diego Calonge, F. **Hongos medicinales**. Madrid: Ediciones Mundi-Prensa; 2011.
13. Vinhal J, Cavalho MR, Ramirez E. **Nutritional value of *Agaricus sylvaticus*; mushroom grown in Brazil**. Nutr Hosp [Internet]. 2012 [citado 3 May 2015]; 27(2): 449-455. Disponible en: http://scielo.isciii.es/pdf/nh/v27n2/15_original_05.pdf
14. **Codex Alimentarius** [Internet]. Roma: FAO; c2015 [actualizado 8 Abr 2015; citado 4 May 2015]. Disponible en: <http://www.codexalimentarius.org/codex-home/en/>
15. **Real Decreto 30/2009, de 16 de enero, por el que se establecen las condiciones necesarias para la comercialización de setas para uso alimentario**. BOE núm. 20, de 23 de enero de 2009.
16. **Real Decreto 1334/1999, de 31 de julio, por el que se aprueba la norma general de etiquetado, presentación y publicidad de los productos alimenticios**. BOE núm. 202, de 24 de agosto de 1999
17. Souci S, Fachmann W, Kraut H. **Food Composition and Nutrition Tables**. Alemania: MedPharm. Scientific Publishers. Taylor y Francis. A Crc Press Book; 2008.
18. Moreiras O, Carbajal A, Cabrera L, Cuadrado C. **Tablas de composición de alimentos**. 11ª edición. Madrid: Ediciones Pirámide; 2007.
19. **USDA: United States Department of Agriculture** [Internet]. Washington: USDA. [citado 4 May 2015]. Food composition [aprox. 2 pantallas]. Disponible en: <http://fnic.nal.usda.gov/food-composition>
20. Reis F, Barros L, Martins A, Ferreira I. **Chemical composition and nutritional value of the most widely appreciated cultivated mushrooms: an inter-species comparative study**. Food Chem Toxicol [Internet]. 2012 [citado 4 May 2015]; 50: 191-197. Disponible en: <http://www.ncbi.nlm.nih.gov/pubmed/22056333>
21. Torija ME, Orzáez MT. **Variaciones en contenido de vitamina C en champiñón fresco y en conserva**. Alimentaria. 1987; 187: 39-41.
22. **AECOSAN** [Internet]. Madrid: Ministerio de Sanidad, Servicios Sociales e Igualdad; c2015 [citado 4 May 2015]. Disponible en: <http://aesan.msssi.gob.es/>
23. Lorite, N. **Los alimentos en la medicina tradicional china**. Tesis Doctoral. Madrid. Fecha de lectura 18 de junio de 2015. Madrid: Universidad Complutense de Madrid. 2015.
24. Shashidhar MG, Giridhar P, Udaya K, Manohar B. **Bioactive principles from *Cordyceps sinensis*: a potent food supplement-a review**. J Funct Foods [Internet]. 2013 [citado 15 May 2015]; 5: 1013-1030. Disponible en: <http://www.sciencedirect.com/science/article/pii/S1756464613001254>
25. Bishop KS, Kao CHJ, Xu Y, Glucina MP, Paterson RRM, Ferguson LR. **From 2000 years of *Ganoderma lucidum* to recent developments in nutraceuticals**. Phytochemistry [Internet]. 2015 [citado 15 May 2015]; 114: 56-65. Disponible en: <http://www.sciencedirect.com/science/article/pii/S0031942215000813>
26. Suárez C. **Obtención in vitro de micelio de hongos comestibles, shiitake (*Lentinula edodes*) y orellanas (*Pleurotus ostreatus* y *Pleurotus pulmonarius*) a partir de aislamientos de cuerpos fructíferos, para la producción de semilla**. Bogotá: Universidad Nacional de Colombia; 2010.

27. Zhang I, Li S, Wang X, Zhang L, Cheung P. **Advances in lentinan: isolation, structure, chain conformation and bioactivities**. Food Hydrocoll [Internet]. 2011 [citado 15 May 2015]; 50: 191-197. Disponible en: <http://www.sciencedirect.com/science/article/pii/S0268005X10000226>
28. Suárez C. **Utilización de la fermentación líquida de *Lentinula edodes* (shiitake), para la producción de metabolitos secundarios bioactivos y evaluación de su potencial empleo en la producción de un alimento funcional**. Bogotá: Universidad Nacional de Colombia; 2012.
29. Hearst R, Nelson D, McCollum G, Cherie B, Maeda Y, Goldsmith C et al. **An examination of antibacterial and antifungal properties of constituents of Shiitake (*Lentinula edodes*) and Oyster (*Pleurotus ostreatus*) mushrooms**. Complement Ther Clin Pract [Internet]. 2009 [citado 15 May 2015]; 15: 5-7. Disponible en: <http://www.ncbi.nlm.nih.gov/pubmed/19161947>
30. Pereira KB, Megumi MC, Dantas MC. **Antimicrobial activity and mineral composition of shiitake mushrooms cultivated on agricultural waste**. Braz Arch Biol Technol [Internet]. 2011 [citado 15 May 2015]; 54(5): 991-1002. Disponible en: http://www.scielo.br/scielo.php?pid=S1516-89132011000500017&script=sci_arttext
31. Rinçao VP, Yamamoto KA, Pontes NM, Aguiar S, Paccola LD, Nozawa C et al. **Polysaccharide and extracts from *Lentinula edodes*: structural features and antiviral activity**. Virol J [Internet]. 2012 [citado 15 May 2015]; 9: 37-42. Disponible en: <http://www.ncbi.nlm.nih.gov/pmc/articles/PMC3292946/>
32. Xu X, Yan H, Zhang X. **Structure and immuno-stimulating activities of a new heteropolysaccharide from *Lentinula edodes***. J Agric Food Chem [Internet]. 2012 [citado 15 May 2015]; 60: 11560-11566. Disponible en: <http://www.ncbi.nlm.nih.gov/pubmed/23106232>
33. Enman J, Hodge D, Berglund KA, Rova U. **Production of the bioactive compound eritadenine by submerged cultivation of shiitake (*Lentinus edodes*) mycelia**. J Agric Food Chem [Internet]. 2008 [citado 15 May 2015]; 56: 2609-2612. Disponible en: <http://www.ncbi.nlm.nih.gov/pubmed/18363329>
34. Kodama M, Komuta K, Sakai N, Nanba H. **Effects of D-fraction, a polysaccharide from *Grifola frondosa* on tumor growth involve activation of NK cells**. Biol Pharm Bull [Internet]. 2002 [citado 15 May 2015]; 25(12): 1647-1650. Disponible en: <http://www.ncbi.nlm.nih.gov/pubmed/12499658>
35. Illana-Esteban C. **El hongo maitake (*Grifola frondosa*) y su potencial terapéutico**. Rev Iberoam Micol [Internet]. 2008 [citado 15 May 2015]; 60: 141-144. Disponible en: <http://www.reviberoammicol.com/2008-25/141144.pdf>
36. Deng G, Lin H, Seidman A, Fornier M, D'Andrea C, Wesa K et al. **A phase I/II trial of a polysaccharide extract from *Grifola frondosa* (maitake mushroom) in breast cancer patients: immunological effects**. J Cancer Res Clin Oncol [Internet]. 2009 [citado 15 May 2015]; 135(9): 1215-1221. Disponible en: <http://www.ncbi.nlm.nih.gov/pubmed/19253021>
37. Llauradó G, Morris HJ, Marcos J, Castán L, Bermúdez RC. **Plantas y hongos comestibles en la modulación del sistema inmune**. Revista Cubana de Investigaciones Biomédicas [Internet]. 2011 [citado 15 May 2015]; 30(4): 511-527. Disponible en: http://scielo.sld.cu/scielo.php?script=sci_arttext&pid=S0864-03002011000400009
38. Lee BC, Bae JT, Pyo HB, Choe TB, Kim SW, Hwang HJ et al. **Biological activities of the polysaccharides produced from submerged culture of the edible Basidiomycete *Grifola frondosa***. Enzyme Microb Technol [Internet]. 2003 [citado 15 May 2015]; 32: 574-581. Disponible en: <http://www.hindawi.com/journals/bmri/2012/565974/>
39. Chen G, Ma X, Liu S, Liao Y, Zhao G. **Isolation, purification and antioxidant activities of polysaccharides from *Grifola frondosa***. Carbohydr Polym [Internet]. 2012 [citado 15 May 2015]; 89: 61-66. Disponible en: <http://www.sciencedirect.com/science/article/pii/S0144861712001725>
40. Shao B, Dai H, Xu W, Lin Z, Gao X. **Immune receptors for polysaccharides from *Ganoderma lucidum***. Biochem Biophys Res Commun [Internet]. 2004 [citado 15 May 2015]; 323: 133-141. Disponible en: <http://www.ncbi.nlm.nih.gov/pubmed/15351712>
41. Zhu X, Chen A, Lin Z. ***Ganoderma lucidum* polysaccharides enhance the function of immunological effector cells in immunosuppressed mice**. J Ethnopharmacol [Internet]. 2007 [citado 15 May 2015]; 111: 219-226. Disponible en: <http://www.ncbi.nlm.nih.gov/pubmed/17182202>
42. Cao LZ, Lin ZB. **Regulation on maturation and function of dendritic cells by *Ganoderma lucidum* polysaccharides**. Immunology Letters [Internet]. 2002 [citado 15 May 2015]; 83: 163-169. Disponible en: <http://www.ncbi.nlm.nih.gov/pubmed/12095706>
43. Xiaoping C, Yan C, ShuiBing L, YouGuo C, JianYun L, LanPing L. **Free radical scavenging of *Ganoderma lucidum* polysaccharides and its effect on antioxidant enzymes and immunity activities in cervical carcinoma rats**. Carbohydr Polym [Internet]. 2009 [citado 15 May 2015]; 77: 389-393. Disponible en: <http://www.sciencedirect.com/science/article/pii/S0144861709000320>
44. Cheng CR, Yue QX, Wu ZY, Song XY, Tao SJ, Wu XH et al. **Cytotoxic triterpenoids from *Ganoderma lucidum***. Phytochemistry [Internet]. 2010 [citado 15 May 2015]; 71:1579-1585. Disponible en: <http://www.ncbi.nlm.nih.gov/pubmed/20615519>

45. Ma HT, Hsieh JF, Chen ST. **Anti-diabetic effects of *Ganoderma lucidum***. Phytochemistry [Internet]. 2015 [citado 15 May 2015]; 114: 109-113. Disponible en: <http://www.ncbi.nlm.nih.gov/pubmed/25790910>
46. Li SP, Li P, Dong TT, Tsim KW. **Anti-oxidation activity of different types of natural *Cordyceps sinensis* and cultured *Cordyceps mycelia***. Phytomedicine [Internet]. 2001 [citado 15 May 2015]; 8: 207-212. Disponible en: <http://www.ncbi.nlm.nih.gov/pubmed/11417914>
47. Yan JK, Wang WQ, Wu JW. **Recent advances in *Cordyceps sinensis* polysaccharides: mycelia fermentation, isolation, structure and bioactivities: a review**. J Funct Foods [Internet]. 2014 [citado 15 May 2015]; 6: 33-47. Disponible en: <http://www.sciencedirect.com/science/article/pii/S1756464613002922>
48. Jordan JL, Sullivan AM, Lee TD. **Immune activation by a sterile aqueous extract of *Cordyceps sinensis*: mechanism of action**. Immunopharmacol Immunotoxicol [Internet]. 2008 [citado 15 May 2015]; 30: 53-70. Disponible en: <http://www.ncbi.nlm.nih.gov/pubmed/18306104>
49. Yao X, Meran S, Fang Y, Martin J, Midgley A, Pan MM et al. ***Cordyceps sinensis*: in vitro anti-fibrotic bioactivity of natural and cultured preparations**. Food Hydrocol [Internet]. 2014 [citado 15 May 2015]; 35: 444-452. Disponible en: <http://www.sciencedirect.com/science/article/pii/S0268005X13002014>
50. Yang ML, Kuo PC, Hwang TL, Wu TS. **Anti-inflammatory principles from *Cordyceps sinensis***. J Nat Prod [Internet]. 2011 [citado 15 May 2015]; 74: 1996-2000. Disponible en: <http://www.ncbi.nlm.nih.gov/pubmed/21848266>
51. Zheng HU, Maoqing YE, Liquiu XI, Wenjuan TU, Liang LI, Guolin ZO. **Purification and characterization of an antibacterial protein from the cultured mycelia of *Cordyceps sinensis***. Wuhan University Journal of Natural Sciences [Internet]. 2006 [citado 15 May 2015]; 11(3): 709-714. Disponible en: <http://link.springer.com/article/10.1007%2FBF02836695>
52. Tang J, Nie J, Li D, Zhu W, Zhang S, Ma F et al. **Characterization and antioxidant activities of degraded polysaccharides from *Poria cocos sclerotium***. Carbohydr Polym [Internet]. 2014 [citado 15 May 2015]; 105: 121-126. Disponible en: <http://www.ncbi.nlm.nih.gov/pubmed/24708960>
53. Sun Y. **Biological activities and potential health benefits of polysaccharides from *Poria cocos* and their derivatives**. Int J Biol Macromol [Internet]. 2014 [citado 15 May 2015]; 68: 131-134. Disponible en: <http://www.ncbi.nlm.nih.gov/pubmed/24751506>
54. Huang Q, Jin Y, Zhang L, Cheung PCK, Kennedy JF. **Structure, molecular size and antitumor activities of polysaccharides from *Poria cocos* mycelia produced in fermenter**. Carbohydr Polym [Internet]. 2007 [citado 15 May 2015]; 70: 324-333. Disponible en: <http://www.sciencedirect.com/science/article/pii/S0144861707002421>
55. Lu MK, Cheng JJ, Lin CY, Chang CC. **Purification, structural elucidation, and anti-inflammatory effect of a water-soluble 1,6-branched 1,3- α -D-galactan from cultured mycelia of *Poria cocos***. Food Chem [Internet]. 2010 [citado 15 May 2015]; 118: 349-356. Disponible en: <http://www.sciencedirect.com/science/article/pii/S0308814609006116>
56. Jeong J, Lee H, Han M, Kim G, Hong S, Park C et al. **Ethanol extract of *Poria cocos* reduces the production of inflammatory mediators by suppressing the NF-kappaB signaling pathway in lipopolysaccharide-stimulated RAW 264.7 macrophages**. BMC Complement Altern Med [Internet]. 2014 [citado 15 May 2015]; 14: 101-108. Disponible en: <http://www.ncbi.nlm.nih.gov/pubmed/24628870>
57. Zhang L, Li X, Xu X, Zeng F. **Correlation between antitumor activity, molecular weight and conformation of lentinan**. Carbohydr Res [Internet]. 2005 [citado 15 May 2015]; 340: 1515-1521. Disponible en: <http://www.ncbi.nlm.nih.gov/pubmed/15882854>
58. Ramos KP, Llanos BP, Maldonado HJ, Navarro AE. **Evidencias del mecanismo de adsorción del cadmio divalente en *Lentinus edodes***. An Quim [Internet]. 2007 [citado 15 May 2015]; 103(2): 36-40. Disponible en: <http://dialnet.unirioja.es/servlet/articulo?codigo=2311677>
59. Gapter L, Wang Z, Glinski J, Ng K. **Induction of apoptosis in prostate cancer cells by pachymic acids from *Poria cocos***. Biochem Biophys Res Commun [Internet]. 2005 [citado 15 May 2015]; 332: 1153-1161. Disponible en: <http://www.ncbi.nlm.nih.gov/pubmed/15913545>
60. Yamada T, Komoto J, Lou K, Ueki A, Hua DH, Sugiyama K et al. **Structure and function of eritadenine and its 3-deaza analogues: potent inhibitors of S-adenosylhomocysteine hydrolase and hypocholesterolemic agents**. Biochem Pharmacol [Internet]. 2007 [citado 15 May 2015]; 73: 981-989. Disponible en: <http://www.ncbi.nlm.nih.gov/pubmed/17214973>
61. Solmaz G, Ozen F, Ekinçi Y, Bird PS, Korachi M. **Inhibitory and disruptive effects of shiitake mushroom (*Lentinula edodes*) essential oil extract on oral biofilms**. Jundishapur J Microbiol [Internet]. 2013 [citado 15 May 2015]; 6(9): 9058-9063. Disponible en: <http://jjmicrobiol.com/9058.fulltext>