

### XIII

## IMPORTANCIA COMERCIAL Y NUTRITIVA Y POSIBILIDADES TERAPÉUTICAS DE LAS SETAS CULTIVADAS

BERNABÉ SANZ PÉREZ

*Profesor Emérito de la Complutense*





*Ilmo. Sr. Prof. Dr. D. Bernabé Sanz Pérez, Catedrático Emérito de la Complutense  
Académico correspondiente.*



Aunque en la actualidad se dispone de tecnología suficiente para cultivar cualquier tipo de seta en régimen de laboratorio, su explotación industrial tropieza con muchos inconvenientes. Sin embargo, no es este el caso de *Agaricus bisporus*, que se cultiva desde hace muchos años, ni de *Pleurotus sp.*, cuyo cultivo se extiende cada vez más por nuestra patria y por los países de nuestro entorno.

Además de estos géneros, en el Lejano Oriente (Japón, China, Corea, etc.) se cultivan desde hace muchísimos años otros géneros de gran importancia comercial.

Se ha calculado que la producción mundial anual de setas comestibles cultivadas supera los dos millones de toneladas (2,2 millones en 1.986, según Breene).

El champiñón cultivado (*Agaricus bisporus*) supone el 56% de la producción total; seguido del shiitake (*Lentinus edodes*) con un 14% de la seta china (*Volvariella volvacea*) y del orejón (*Pleurotus sp.*) con 8% cada uno; de la oreja de Judas (*Auricularia sp.*) que alcanza el 6%; y del enokitake (*Flammulina velutipes*) con un 5%. El 3% restante corresponde a otras especies.

En 1986 se produjeron 314 000 Tm de shiitake, siendo los países más productores: Japón, con el 51%, China, con un 38,3 %, Taiwan con 10.2%, Corea, con el 0,3% y EEUU, con el 0,1%. En este mismo año, China superó a los demás países en el cultivo de *Volvaria*, *Pleurotus* y *Auricularia* con el 56,3%, 59% y 67,2% respectivamente de la producción mundial.

Sin embargo, en el cultivo de *Flammulina velutipes* destacan Japón y Taiwán que producen, respectivamente, el 90 y el 10% de la producción mundial.

En Europa y EEUU *Agaricus bisporus* es la más popular de las setas cultivadas, sin embargo, cada vez es mayor la atención que se presta al cultivo de *Pleurotus sp.*

Desde hace bastantes años, España exporta Agaricus enlatados a EEUU. La comarca del río Cidacos (La Rioja) es una de las mayores productoras de "compost", de micelio de siembra, de champiñones y naturalmente de este producto enlatado.

El género *Pleurotus* es un basidiomicetal, agaricáceo, de pedicelo corto y excéntrico y de laminillas recurrentes; esporas blancas y sombrerillo con forma de ostra u oreja, de un color blanco a gris más o menos oscuro. Además, se trata de una seta dotada de un potente arsenal enzimático, tanto hidrolítico como oxidativo, con capacidad de descomponer los desechos ligno-celulósicos.

En estado natural, estos géneros viven saprofíticamente sobre raíces de umbelíferas como el cardo corredor (*Eryngium campestre*) y en troncos y tocones de árboles diversos. En España, la seta posiblemente más buscada y mejor conocida sea la de cardo (*P. erengii*). Con mucha frecuencia, al orejón o seta de ostra cultivada (*Pleurotus ostreatus*) se le aplica indebidamente el nombre de seta de cardo en muchos establecimientos de venta e, incluso, en bastantes restaurantes.

Quizás convenga recordar que la producción vegetal anual supone en la actualidad unas  $10^{12}$  toneladas, de las cuales sólo una pequeña parte se emplea como alimento humano y como piensos y forrajes.

En cuanto a las especies de los *Pleurotus*, éstas crecen bien en condiciones naturales con una gran variedad de sustratos y, de hecho, se desarrollan en una gran variedad de materiales lignino-celulósicos, incluidos paja de cereales, hojas vegetales y hasta papel de periódico.

En las condiciones actuales de producción agraria, se pierde entre el 40 y el 60% de la paja a causa de la mala costumbre de incendiarla voluntariamente para facilitar el cultivo de la tierra. Ello constituye un auténtico despilfarro y un desconocimiento absoluto del papel que puede desempeñar como fertilizante; espolvoreada con urea u otro compuesto rico en nitrógeno y debidamente envuelta mediante el arado de la tierra, constituye un buen abono. Otra forma de aprovechar tanto la paja como el material vegetal de desecho es utilizándolo como sustrato para el crecimiento de hongos comestibles. Desde el punto de vista económico presenta las siguientes ventajas:

- 1º) Se produce una biomasa alimenticia francamente apetecible.
- 2º) Se amplia el aprovechamiento del material celulósico que, después de empleado para el crecimiento de las setas, puede utilizarse como:

pienso de rumiantes, para la producción de biogas, para la elaboración de mantillo, etc.

Possiblemente, de todas las especies de setas cultivadas en la actualidad, *Pleurotus sp.* es el más ventajoso, ya que crece entre 15 Y 31°C; además, lo hace sobre una gran variedad de material lignino-celulósico y no requiere la elaboración de "compost" rico en nitrógeno -contrariamente a lo que sucede con los champiñones (*Agaricus bisporus*). Crece, pues, en materiales pobres en Nitrógeno; sin embargo, produce carpóforos ricos en este alimento.

### DISTRIBUCIÓN GEOGRÁFICA.

Aunque se trate de una seta cuyas especies se extienden por los cinco continentes, donde más abunda es en las zonas templadas y subtropicales. Así, Taiwán y Japón, con casi 6.000 y 5.500 Tm son los países mayores productores del mundo, seguidos de España y a mucha mayor distancia de Francia.

Fue descrito por primera vez por Elías Magnus Fries (1.821), quien le adjudicó el nombre con que hoy se le conoce. Su cultivo se inició en Alemania en 1.961, utilizando como substrato tocones de árboles. Desde 1.970, se cultiva sobre sustratos muy diversos: paja de cereales, zuros de maíz, hojas de árboles, serrín, papel usado, etc.

En cuanto a su aspecto, el color del píleo o sombrerillo varía con las condiciones de cultivo, desde el blanco, pasando por el crema, gris y marrón, al gris oscuro, casi negro. Cuando se cultivan repetidamente, el color de las cosechas sucesivas se aclara progresivamente.

### CICLO BIOLÓGICO Y PRODUCCIÓN COMERCIAL.

En condiciones naturales, es igual que el de los demás Basidiomycetos. Cuando la espora cae en terreno apropiado -tocos o troncos en descomposición, humedecidos por la lluvia, situados a la sombra y a temperaturas de 15-22°C preferentemente- germina y da lugar a los tubos primarios e hifas del micelio primario (monocariótico) que, al cruzarse con otras de distinto "sexo", originan un micelio dicariótico que crece y se distribuye por el sustrato para dar primordios fructíferos de los que se originará la seta adulta.

En condiciones de cultivo comerciales es algo distinto. Partiendo de esporas o laminillas del himenio se siembra un medio de agar malta o

agar harina de avena, en el que se desarrollará, en unos 15 días un micelio abundante. Más tarde, éste se inocula en un sustrato adecuado (trigo cocido, paja triturada de cereales, etc.) y, al desarrollarse, da lugar, en unos 45 días, al micelio de siembra, conocido corrientemente como "semilla" o "spawn" que, distribuyéndolo en pacas de paja de virutas finas, serrín conglomerado, papel, etc., da lugar en unos diez o doce días a primordios fructíferos; y, si las condiciones son las convenientes, en pocos días, aparecen las setas adultas.

Como ya hemos apuntado, las especies de *Pleurotus* tienen la interesantísima propiedad de crecer sobre una gran variedad de materiales ligno-celulósicos; al contrario de los *Agaricus*, que no crecen en los sustratos preformados, ricos en nitrógeno, como, por ejemplo, el "compost". Se desarrolla bien en restos vegetales pobres en este elemento y, sin embargo, producen sarcóforos que son ricos en nitrógeno.

Por otro lado, antes de sembrar el sustrato o cama, debe sumergirse en agua para que adquiera un contenido de humedad del 70% aproximadamente. Con el fin de evitar o disminuir los contaminantes bióticos que puede llevar el sustrato y que competirían con *Pleurotus* por los nutrientes, puede emplearse alguno de los cuatro métodos siguientes:

1. Esterilización en autoclave a 121°C durante una hora, seguida de enfriamiento a temperatura ambiente. Sin embargo, el método es demasiado caro para su empleo industrial.
2. Calentamiento del sustrato durante varias horas a temperaturas de 60-100°C, seguido de enfriamiento a temperatura ambiente. Presenta casi los mismos problemas que el método anterior.
3. Inmersión durante 10 minutos en un baño de agua a 65°C y enfriamiento a temperatura ambiente. En este caso, conviene tener presente que el sustrato debe humedecerse previamente para facilitar la penetración del agua hasta el centro de su masa.
4. Por último, la fermentación dirigida del sustrato; bien por inoculación de *Streptomyces thermophilus* y de *Pseudomonas*, bien por fermentación natural espontánea, para lo que las pacas se dejan estar varios días en el campo, teniendo la precaución de cambiarlas de posición con cierta frecuencia.

Los sistemas de cultivo seguidos han sido muchos y éstos han ido dependiendo de la mano de obra disponible, de las materias primas utilizadas como sustrato, del tipo de soporte del último, etc. No obstante, los cuatro más corrientes son:

- Cultivo en sacos perforados de polietileno, en cuyo interior se coloca el sustrato inoculado previamente con micelio de siembra. Generalmente, los sacos se mantienen colgados.
- En cestos o bandejas que sirven de soporte a un tubo perforado que ocupa el centro de los mismos; en torno al cual se dispone el sustrato sembrado de micelio. Tanto el tubo que sirve de soporte como el sustrato van cubiertos por una bolsa de polietileno.
- En caballones de sustrato prensado o sin prensar, o bien en cajas o gamillas, situados en túneles dotados o no de aire reciclado.
- En pacas o bloques de paja situados también en cuevas o túneles. Este último método es el más corriente en España.

Todavía son pocos los conocimientos que se poseen sobre la formación de primordios fructíferos de *Pleurotus* en condiciones de cultivo laboratoriales. No obstante, se sabe que la desecación parcial del sustrato o medio de cultivo, las lesiones -como cortar los bordes de la colonia en crecimiento- y la exposición a la luz después de un crecimiento suficiente del micelio, favorecen la aparición de primordios fructíferos.

En cuanto a la recolección, ésta debe efectuarse justo en el momento en que se inicia la esporulación; es decir, antes de que el margen del píleo o sombrerillo sea totalmente plano. De otro modo, las setas resultarán excesivamente duras. También, durante la recolección se procurará que no queden restos del pie en el sustrato para evitar que en ellos se desarrolle ciertos microorganismos contaminantes, como *Penicillium*, que disminuyen el rendimiento de las futuras cosechas.

La primera recolección supone alrededor del 60% del rendimiento total; recolectada esta cosecha, conviene suspender el riego de la cama durante 1 ó 2 días, permitiendo que se seque hasta una profundidad de 1-1,5 cm. La desecación, seguida de un buen riego, actúa de desencadenante del desarrollo de los primordios fructíferos.

Son muchos los factores que influyen en el crecimiento y rendimiento de *Pleurotus*; citaremos únicamente los más importantes:

#### FÍSICOS:

- Temperatura: La mejor es la comprendida entre los 20 y los 30°C.
- Humedad: La preferida es la del 80-90% de H.R.

- Tamaño de los componentes del sustrato: 2-3 cm de longitud.
- Iluminación: Se ha recomendado la luz difusa (sombra).
- Concentración óptima de CO<sub>2</sub>: 25-75% para la germinación de las esporas. 20% para la fructificación.

#### QUÍMICOS:

- Presencia de sustancias fenólicas en el sustrato: Al aumentar su concentración, el crecimiento disminuye.
- Presencia de celulosa y hemicelulosa: Son aprovechables, dado que los enzimas de *Pleurotus* las sacarifican.
- Presencia de lignina: También la degradan, pero *Pleurotus* crece mejor en sustratos con poca lignina.

#### BIOLÓGICOS:

Varios microorganismos, gusanos, etc., atacan a las setas y a los sustratos:

- *Sclerotium rolfsii* es un moho de la paja de arroz a la que contamina en el campo; produce gran cantidad de ácidos orgánicos y reduce la cosecha desde el 4 hasta el 16 % de la normal.
- *Penicillium digitatum* ataca al "spawn".

Por otra parte, el cultivo de *Pleurotus* presenta algunas ventajas respecto al de *Agaricus*. Por ejemplo, crece bien en sustratos celulósicos sin fermentar, mientras que *Agaricus* necesita la preparación previa de "compost". De otra parte, se desarrolla bien en sustratos pobres en N y, sin embargo, origina setas cuyos sarcóforos son ricos en este elemento.

Crece en un amplio rango de temperaturas (entre 10 y 30°C) y tolera concentraciones relativamente altas (25%) de CO<sub>2</sub> en la atmósfera. Sus sarcóforos son relativamente duros, ricos en fibra y mucho resistentes a traumatismos que *Agaricus* y *Volvariella*.

#### COMPOSICIÓN QUÍMICA Y VALOR NUTRITIVO.

La composición química de *Pleurotus*, como la de otras setas, varía de unas especies a otras e, incluso, dentro de la misma especie, dado que está sometida a múltiples variables: tipo de sustrato en el que crecen; condiciones ambientales; momento de la recolección; tiempo en almacenamiento; condiciones de humedad y temperatura durante el almacenamiento; etc. De aquí, por tanto, la dificultad de comparar en ciertos casos los resulta-

dos de los análisis practicados en distintos laboratorios, hecho que, además, se complica por la falta de unos métodos de análisis normalizados.

Otro detalle al que hemos de hacer mención es que, de los resultados del análisis químico, no puede deducirse el valor nutritivo de forma directa ya que hay diferencias manifiestas en la digestibilidad de ciertos nutrientes de unas setas a otras, y también en su bio-disponibilidad -amén de los problemas analíticos mencionados.

Hechas estas salvedades, diremos que los datos que presentamos se refieren a setas cultivadas siguiendo los métodos comerciales tradicionales, analizadas inmediatamente después de recolectadas y a una edad de comercialización optima.

Todos los resultados se expresan en porcentaje de peso seco, salvo que se indique otra cosa.

Como puede apreciarse, existe cierta concordancia en la composición química de las setas cultivadas: carbohidratos y proteínas son los componente mayoritarios, seguidos de minerales o cenizas. Por el contrario, el contenido graso es bajo, salvo en *P. limpidu*.

Por otro lado, el contenido acuoso que, como media, se aproxima al 90% varía mucho dependiendo, como hemos visto, de las condiciones de cultivo, el contenido acuoso del sustrato, la humedad relativa del entorno, etc.

A ojo de buen cubero se puede admitir que, si el extracto seco de las setas recién recolectadas es del 10%, basta con multiplicar por esta cifra los datos expresados como peso seco, para obtener los correspondientes valores en peso húmedo; por la misma razón, dividiendo por 10 los correspondientes a peso húmedo obtendremos los valores en peso seco.

Los carbohidratos de *Pleurotus* varían del 46,6% al 81,8% de su peso seco. Según Bano, un 4,2% corresponde a los carbohidratos solubles, un 1,7% a los pentosanos y un 32,3% a los hexosanos. Los polisacáridos de mayor interés son el glucógeno, que sirve de material energético y la quitina, polímero de la N-acetilglucosamina, que constituye el componente estructural de las paredes de las células de los hongos y que es el componente mayoritario de la fibra alimentaria de las setas.

Al N de la quitina se debe el que erróneamente se hayan atribuido a las setas contenidos altos de proteína, al determinarse ésta por el método de Kjehldal y emplear como factor de conversión 6.25.

Dos azúcares, que hasta ahora se han encontrado siempre en todas las partes de las setas analizadas, son el manitol y la trealosa.

También debe destacarse el gran contenido de glucógeno de las setas, carbohidrato energético por excelencia, propio del reino animal.

Algunos investigadores han estudiado los cambios que experimentan los carbohidratos durante el desarrollo de los carpóforos; se cree que, si bien la cantidad global de los tres principales grupos (hexosas, azúcar-alcoholes y polisacáridos) no varía, no ocurre igual con sus distintos componentes considerados individualmente.

Como sabemos, la proteína bruta de los alimentos se calcula estimando el nitrógeno total (método de Kjehldal), cuyo valor se multiplica por 6,25. Es un factor que se basa en que la mayoría de las proteínas contienen 16% de nitrógeno y en que su digestibilidad es del 100% prácticamente; al mismo tiempo, se desprecia la escasa cantidad de N no proteico que hay en la mayoría de los alimentos.

Sin embargo, las setas la digestibilidad de su proteína viene a ser del 70%, lo que se explica en parte por su alto contenido de quitina, cuyo N se estima, sin serlo, como nitrógeno proteico como en el método de Kjelhdal. De aquí que se utilice como factor de conversión 4,38 y no 6,25.

Los aminoácidos lisinares suponen aproximadamente la quinta parte del nitrógeno total, siendo los más abundantes el ácido glutámico y la alanina.

La proteína de *Pleurotus*, como la de otras especies de setas, contiene todos los aminoácidos esenciales del hombre, pero en cantidades mucho menores que la carne, la leche o los huevos. Su aminoácido limitante es el triptófano del que sólo existen vestigios y que por esta razón muchas veces no se ha detectado en algunos análisis.

Los aminoácidos azufrados y los aromáticos también se encuentran en *Pleurotus* en mucha menor cantidad que en las proteínas animales.

Debe señalarse que, una vez que ha tenido lugar el desarrollo micelial, si el sustrato se suplementa con sustancias ricas en proteína como, por ejemplo, tortas de oleaginosas, el sarcóforo de las setas recolectadas posee más proteína que cuando no se le adicionan dichas sustancias.

El contenido de lípidos en *Pleurotus* es bajo, como en todas las setas, oscilando entre el 1,1 y el 9,4% del peso seco, con una media de 2,85%. En la grasa de las setas se hallan presentes todos los tipos de lípidos: ácidos grasos libres, mono-, di- y triglicéridos, esteroles, esterolésteres y fosfolí-

pidos. Es pues una grasa de gran complejidad. Los lípidos más abundantes son los triglicéridos.

En la tabla se muestra la composición de lípidos totales de los sarcóforos de *Pleurotus* y *Agaricus bisporus*.

Como sucede casi siempre en los demás alimentos, también en las setas los triglicéridos son los lípidos no polares más abundantes, seguidos de los ácidos grasos libres. Igualmente, debe destacarse el alto contenido de hidrocarburos de las setas en general y de las del género *Pleurotus* en particular.

Dentro de los lípidos polares el que más abunda es la fosfatidilcolina (55,28%), seguida de lejos por la fosfatidiletanolamina (20,1 %).

El análisis por cromatografía en fase gaseosa ha puesto de manifiesto que los ácidos grasos insaturados de 18 átomos de carbono constituyen la fracción más importante, cuantitativamente; de ellos, el linoleico (18:2) supone el 72,81% en *P. florida*, mientras que en *Agaricus bisporus* constituye el 78,6%.

Una reciente observación digna de citarse se refiere a *P. flabellatus*: Se ha visto que cuando se suplementa el sustrato con harina de semilla de algodón, una vez que se inicia la fructificación del micelio, el porcentaje de lípidos totales de esta especie es un 35% mayor que en los *Pleurotus* control. También se ha comprobado que en dichas condiciones aumentan los contenidos de ácidos mirístico, oleico, linoleico y araquídico, lo que tiene gran interés desde el punto de vista nutritivo.

Los minerales suponen el 10% de la materia seca de los pleurotos, siendo los más abundantes K, P y Mg, los mismos que predominan en las demás setas. El Ca y Fe, en comparación con otros minerales, se encuentran en pequeña cantidad; sin embargo, alrededor de la tercera parte del contenido de hierro es biodisponible, como demostraron Memuna y Chakrabarti. Estos investigadores indujeron anemia en los ratones inyectándoles clorhidrato de fenilhidracina a una dosis de 8 mg/kg de peso vivo/día. Después los separaron en tres lotes: A uno de ellos (lote control) se le suministró durante todo el periodo experimental únicamente leche suplementada con cobre para que los animales permaneciesen anémicos, dada la deficiencia de Fe de la leche; los otros dos lotes recibieron una ración compuesta de 2,5 g de *Pleurotus* desecados en polvo más leche suplementada con cobre (0,8 mg de cobre).

Después de 28 días alimentándose *ad libitum* con esta ración, se sacrificaron los animales y en un lote se estudió el contenido de hemoglobina

y en el otro la concentración hepática de hierro. Se comprobó que los ratones cuya ración llevaba *Pleurotus* en polvo habían utilizado el hierro para la síntesis de hemoglobina y también era manifiestamente mayor la cantidad de hierro almacenado en el hígado que en el caso de los ratones del grupo control. Esto demuestra que el hierro de las setas es biodisponible; su utilización se ve favorecida, sin duda alguna, por la presencia en las setas de factores que contribuyen a su absorción, como ácido ascórbico y proteínas.

Las setas del género *Pleurotus* acumulan Zn, pero no Hg ni Cd. Por el contrario, en setas de otros géneros crecidas en barros de depuradores se ha comprobado que acumulan Pb, Cd, Hg, Cu y Zn en los sarcóforos; lo mismo sucede con algunas (como *Agaricus*) crecidas en las cunetas de autopistas y carreteras de mucho tráfico.

Las concentraciones de Pb, Cd, Cu y Zn de *Pleurotus* están muy por debajo de las recomendaciones del Comité Conjunto de 1a FAO/OMS para los Aditivos Alimentarios(1972) que tolera una ingestión por persona y semana de 3 000 µg de Pb y de 500 µg de Cd. La ingestión diaria de 100 g de *Pleurotus* daría lugar a una ingesta semanal de 40 µg de Cd y de 230 µg de Pb, que están muy por debajo de los niveles de tolerancia permitidos.

Los contenidos de vitaminas de *Pleurotus* son comparables a los de *Agaricus* y muy superiores a los de *Lentinus* y *Volvariella* en el caso de la tiamina, niacina y riboflavina. *P. ostreatus* es uno de los hongos más ricos en vitamina B<sub>12</sub> (1,4 mg kg<sup>-1</sup> de materia seca). En la tabla se muestran las necesidades de ciertas vitaminas que cubre esta seta. De otra parte el contenido vitamínico es mayor en general que el de las hortalizas, salvo en el caso del ácido ascórbico que abunda más en las últimas.

Los estudios realizados y publicados sobre el valor nutritivo de las setas son escasos y todavía son menos los llevados el cabo con animales de experimentación.

Como ya se ha dicho, las especies de *Pleurotus*, como la mayoría de las setas cultivadas son deficientes en aminoácidos azufrados y aromáticos, lo que se aprecia comparando su composición amino-acídica con la de 1a clara de huevo. Como se ha indicado, suplementación de 1a cama o sustrato con harina de algodón, cacahuete, etc. modifica esta composición al aumentar sus contenidos de treonina y fenilalanina.

El contenido proteico de *Pleurotus* es unas dos veces mayor que el de casi todas las hortalizas, exceptuados los guisantes, las coles de Bruselas y el puerro.

se1as y las legumhres, pero comparados con el pescado, la carne o los huevos quedan muy por debajo. La proteína de las setas se considera nutritivamente "incompleta", pues administrada a los animales de experimentación, como única fuente proteica, no permite un buen crecimiento a diferencia de las llamadas proteínas animales. Ello se debe a su bajo contenido de algunos aminoácidos esencia1es (treonina, valina, leucina e isoleucina). Además, es deficiente en aminoácidos azufrados y aromáticos, según se dice más atrás.

En contraste con los aminoácidos proteicos, los libres constituyen una porción significativa del nitrógeno total. El más abundante es el ácido glutámico. Globalmente, los considerados aminoácidos libres constituyen un quinto del N total de *Pleurotus*.

La FAO ha señalado que las setas podrían utilizarse en los países de dieta casi exclusivamente cerealista para complementar su ingesta proteica tanto cuantitativa como cualitativamente. Su cultivo se ha incrementado mucho últimamente en Malasia, India, Turquía y América del Sur.

De todos modos, las setas están muy lejos de poder competir con los alimentos de origen animal, debido a su menor digestibilidad (70%) y a su falta de ciertos aminoácidos esencia1es. Se ha calculado que si se ingieren setas como única fuente proteica se necesitaría una ingesta de 2,7 kg para satisfacer las necesidades de un hombre adulto.

*Pleurotus* es más rico en vitaminas hidrosolubles que la mayoría de las hortalizas y lo mismo puede decirse de las proteínas, cuyo contenido varía entre el 17 y el 26% de su peso seco.

*Pleurotus* aventaja a otras setas en su contenido de vitaminas hidrosolubles, en especial tiamina, niacina y riboflavina. Debe señalarse que de 38 estirpes de setas comestibles analizadas sólo 9 producían vitamina B<sub>12</sub> y una de las que la originaban en mayor cantidad fue *P. ostreatus* (1,4 mg kg<sup>-1</sup> de materia seca).

#### CAMBIOS DURANTE EL ALMACENAMIENTO:

Las condiciones de almacenamiento (temperatura, ventilación, humedad, iluminación, etc) influyen mucho en los cambios que las setas experimentan con el transcurso del tiempo.

A 25°C mantienen sus caracteres de frescura unas 24 horas. Después empiezan los fenómenos de senescencia como en las frutas y hortalizas. El alto contenido acuoso de las setas determina una rápida desecación

a temperatura ambiente; así *P. flabellatus* pierde el 32% de su humedad en sólo 24 horas a 28°C. Tanto la respiración como el contenido de carbohidratos solubles de las setas aumentan en las primeras 6 horas de almacenamiento, para descender mucho en las horas sucesivas. Durante las primeras 24 horas de almacenamiento a 22-28°C aumenta también la actividad protésica y consecuentemente los aminoácidos libres.

Las polifenoloxidases (llamadas también polifenolasas o fenolasas) catalizan la oxidación de los compuestos fenólicos a O-quinonas que, a su vez, se condensan rápidamente para formar pigmentos marrones complejos: las llamadas melaninas. Este tipo de pardeamiento presupone el contacto o aproximación de los enzimas, sus sustratos y el oxígeno. Para disminuir el pardeamiento enzimático deben evitarse los traumatismos de las setas y se procurará inactivar los enzimas responsables por el calor o tratándolos con SO<sub>2</sub> o, incluso, creando un ambiente ácido. El envasado en ausencia de aire (oxígeno) también es una buena medida precautoria. La tirosina que forma parte de los aminoácidos libres constituye también un buen sustrato para los enzimas del pardeamiento.

En resumen, para prolongar la vida útil de los pleurotos frescos se necesita:

- Prevenir sus pérdidas de humedad.
- Disminuir su ritmo respiratorio.
- Contrarrestar la actividad fenolasa y la polimerización de los fenoles oxidados (quinonas a melaninas).

Los carpóforos recién recolectados poseen una actividad metabólica muy intensa que disminuye pronto y termina con la alteración de la seta. Recién recolectadas permanecen en condiciones aceptables unas 24 horas a 25°C, después su calidad baja mucho. Como en otros géneros de setas, el principal problema para prolongar su vida útil deriva de su rápido ritmo respiratorio, de su pronta desecación y del pardeamiento enzimático.

Comparadas con otras setas, las que nos ocupan presentan ciertos inconvenientes: una vez recolectadas, su vida útil a temperatura ambiente es muy breve; sin embargo, con ayuda de la refrigeración puede extenderse hasta unos 10 días. Comparadas con *Agaricus* se prestan mejor a la congelación dado que la velocidad de pardeamiento y la intensidad de la coloración adquirida son mucho menores en *Pleurotus* que en *Agaricus*.

## SUSTANCIAS FARMACOLÓGICAMENTE ACTIVAS DE LAS SETAS

Como indica el Dr. Breene (1990), de la Universidad de Minnesota "es interesante señalar que en las especies de setas cultivadas más corrientes se ha demostrado la existencia de sustancias que previenen o mejoran el cáncer, las enfermedades cardíacas y las infecciones víricas, de hecho tres de las más graves enfermedades humanas".

Sin embargo, quien más ha contribuido al inicio de las investigaciones sobre el valor farmacológico de las setas y a potenciar, además, el cultivo de estos micetos y su tecnología y transformación industrial, ha sido el Dr. Kisaku Mori. Decía este investigador, ya fallecido, en su libro *Mushrooms as health foods*, publicado en Tokio en 1972, que puso todo su empeño y dedicación en mejorar los métodos de cultivo de las setas cuando accidentalmente se enfrentó a la petición angustiosa de ayuda de un monje budista y de diversos cultivadores de shiitake quienes en grandes pancartas escribieron en las entradas de su aldea: "Por favor, cultivar shiitake o habremos de abandonar nuestro pueblo". Esto le llevó a fundar en 1936 un centro de investigación, conocido en la actualidad como Instituto de Investigación de setas del Japón. Su sobrino, el Dr. Kanichi Mori, es en este momento el director del instituto.

Si bien es cierto que en tomo al valor curativo de algunas setas se han desarrollado una serie de leyendas y fábulas cuyo valor es más folclórico que científico, no es menos cierto que en los años 1940-1950 aparecieron trabajos en la bibliografía científica mundial que ha proporcionado bastantes datos sobre el valor curativo de ciertas setas en determinados procesos patológicos. De todos modos, hasta 1963 los trabajos publicados no fueron muchos y además lo fueron en las revistas más variadas. El primer estudio sistemático de todas estas publicaciones fue fruto del encuentro del Dr. Mori con el Dr. Cochran en 1963, fase que marca el comienzo de la investigación sobre los efectos de algunas setas en ciertos tumores cancerosos, en las infecciones víricas y en la disminución de los niveles séricos de colesterol.

Los primeros trabajos sobre los efectos anticancerosos de las setas se remontan, según Cochran (1978) a la segunda mitad de los años 50 cuando se vio que una sustancia, llamada calvacina –ya que la producía *Calvatia gigantea*– podría poseer actividad anticancerosa.

La mayoría de las investigaciones sobre los efectos antitumorales de los extractos de setas se han realizado en Japón, sobre todo en el Instituto

de Investigación del Centro nacional del Cáncer de Tokio. También el Instituto de Investigación de las setas ha tomado parte activa en estas investigaciones. Ikekawa y col. (1969) demostraron, en el Centro Nacional del Cáncer, que las inyecciones intraperitoneales de extractos acuosos de seis de las siete especies de setas comestibles ensayadas, inhibían el desarrollo de los tumores originados al implantar en ratones albino "swiss" células ascíticas de Sarcoma 180. El porcentaje de inhibición fue del 72-92% en comparación con los controles. Las seis especies activas fueron: *Lentinus edodes* (81%), *Flammulina velutipes* (81%), *Pleurotus ostreatus* (75%), *P. spodoleucus* (72%), *Pholiota nameko* (86%) y *Tricholoma matsutake* (92%). La Oreja de Judas (*Auricularia auricula-judae*) sólo mostró un porcentaje de inhibición del 43%, lo que contrasta con el 92% de *Tricholoma-matsutake*, que es la seta culinariamente más apreciada de Japón, pero cuyo cultivo, hasta ahora, ha fracasado.

De *Lentinus edodes* se ha preparado un polvo blancuzco que produce la inhibición del 92% de las células del Sarcoma 180. Chichara y col. aislaron en 1970 en el Centro Nacional del Cáncer de Tokio la sustancia antitumoral del Shiitake que separaron en seis fracciones cuya actividad antitumoral estudiaron después de purificadas. Una de las fracciones, la llamada *lentinan* o *Lentinano* inhibía mucho el crecimiento de las células de Sarcoma 180 implantadas a los ratones, induciendo la regresión casi completa de los tumores cuando se aplicaba intraperitonealmente durante 10 días, a una dosis diaria de 1 mg/kg de peso, sin que aparecieran síntomas de intoxicación. El *lentinan* se comprobó que era un Beta-(1-3)-glucano; se cree que esta sustancia actúa estimulando la respuesta inmunológica animal al inducir la producción de interferón.

En el Centro Nacional del Cáncer de Japón, también se han extraído de *F. velutipes* y de *P. Ostreatus* polisacáridos antitumorales.

El *lentinan*, ya citado, posee actividad anticancerosa ya que restaura la respuesta inmunitaria del timo y de los linfocitos T, que está disminuida en los enfermos de cáncer.

Hasta la pasada década la mayoría de las acciones antitumorales de las setas implicaban la administración de sus extractos a los animales de experimentación por vía intraperitoneal, si bien en algunos casos también se aplicaban por las vías intravenosas y subcutánea. De hecho, el lentinan puro y muchos otros polisacáridos carecen de efecto oralmente.

Sin embargo, en Septiembre de 1982 el Dr. Ikeiawa, del centro Nacional del Cáncer de Japón, en una comunicación al 13º Congreso Internacional del Cáncer, que tuvo lugar en Seattle, describió un nuevo agente antitumoral activo *per os*, procedente del micelio *F. velutipes*, al que se dio el nombre de *proflamin* o *PRF*.

Suministrada oralmente a dosis de 10 mg/kg de peso vivo, durante 10 días, suprimió el crecimiento de los tumores singenéticos siguientes: melanoma B-16, adenocarcinoma 755 y carcinoma pulmonar de Lewis. Ni ni *in vivo*, ni *in vitro* presenta toxicidad demostrable; por vía oral su  $DL_{50}$  para los ratones es mayor de 20 g/kg de peso vivo.

Otros estudios más recientes han puesto de manifiesto la supresión del crecimiento de tumores de Sarcoma 180 en ratones a los que se administraba con el pienso un 20% de sarcóforo en polvo. Las especies de setas empleadas y los porcentajes de inhibición, entre paréntesis, fueron los siguientes:

*Lentinus edodes* (78%) *Flammulina velutipes* (62%)

*Grifola frondosa* (86%) *Pholiota glutinosa* (63%)

*Agaricus bisporus* (71%) *Tremella fuciformis* (81%)

*Pleurotus ostreatus* (63%) *Volvaria volvacea* (68%)

El hecho de que el porcentaje de inhibición fuera mayor al prolongar el periodo de suministro de las setas sugiere que sus sustancias activas podrían activar el sistema inmunitario celular.

De igual modo, Mori y colaboradores han señalado que otros tipos de neoplasias, como los carcinomas MM-46 e IMC responden al suministro con el pienso comercial de un 20% del sarcóforo en polvo de seis especies de setas, siendo las más activas, a juzgar por la supresión del crecimiento de los tumores MM-46, *Pholiota-lutinosa*, con una eficacia del 99%, *Agaricus bisporus* (98%), *Pleurotus ostreatus* (90%) y *Tremella fuciformis* (79%). *Auricularia minor* y *Volvaria volvacea* tenían poca actividad. De otra parte *Pleurotus ostreatus* fue el más eficaz frente al carcinoma IMC (66% de supresión). En cambio, ninguna de las setas experimentadas inhibía el carcinoma pulmonar de Lewis.

Según investigaciones del Colegio de Farmacia de la Universidad de Kobe (Japón) el efecto antitumoral del suministro de setas con el pienso se debería a un doble mecanismo: a la activación de las células efectoras que atacan a las cancerosas ya prevenir la caída de la función inmunitaria que acompaña al desarrollo del cáncer.

Es curioso que los componentes antitumorales de las setas varíen, como hemos visto, en su naturaleza química, ya que entre ellos hay polisacáridos, proteínas, glucoproteínas, ácidos nucleicos y lípidos.

Todavía desconocemos si ciertas especialidades a base de setas proporcionarán algún día el arma adecuada para luchar y vencer una de las más temidas enfermedades: el cáncer; pero los estudios realizados con animales de experimentación nos permiten abrigar ciertas esperanzas. Como indica Breene, "la inclusión de algunas setas cultivadas, en especial shiitake y enokitake, en la dieta parece que proporciona cierta protección frente a las manifestaciones de la enfermedad".

### EFECTOS ANTIVIRALES DE LAS SETAS.

Hoy son muchos los trabajos desarrollados para observar el posible efecto antiviral de las setas, destacando a este respecto los de Cochran y colaboradores que han estudiado el efecto de los extractos vegetales de diversas partes de muchas frutas y hortalizas y de ciertos basidiomicetos. Mientras las 70 especies de hortalizas y frutas estudiadas por ellos carecían de efecto *in vitro* e *in vivo* sobre el virus de la gripe, el shiitake mostraba una actividad del 46%; es decir, en el 46% de los ratones tratados desaparecían las lesiones pulmonares, al mismo tiempo que cuando se utilizó el clorhidrato de amantidina, un fármaco empleado frente a la gripe, su actividad fue algo menor, sólo del 40%.

De un extracto acuoso de shiitake desecado, Yamamura y col. aislaron por precipitación acetónica un polvo blanco al que llamaron Ac2P que, tanto *in vitro* como *in vivo* (inyección intraperitoneal a los ratones) se comportaba como un inhibidor selectivo de los ortomixovirus (virus de la gripe). Únicamente era activo en cultivos infectados de virus y carecía de efecto si se aplicaba a los ratones antes de la infección. El Ac2P no producía actividad interferón detectable ni *in vitro* ni *in vivo*. Se trata de un polisacárido de gran peso molecular, compuesto principalmente de pentosas y es completamente distinto del *lentinan*. Las DL<sub>50</sub> para ratones, aplicadas en una sola vez, son las siguientes: intravenosa 1.000 mg/g de peso vivo, intraperitoneal o subcutánea 1.500 mg e intracerebral 150 mg.

Del shiitake se han aislado, de igual forma, partículas de aspecto vírico, las llamadas S y F que, inyectadas intravenosamente a los ratones, estimulan la producción de interferón en el suero de conejos. Las partículas S son más activas que las F. En los conejos infectados con el virus de

la encefalitis equina occidental se ha comprobado que una sola inyección intraperitoneal de estas partículas, antes de infectar a los conejos con el virus, reducía mucho su mortalidad en comparación con los testigos.

El péptidomanano KS-2, extraído del micelio de *Lentinus edodes* también ejerce actividad antiviral. Cuando se administra *per os* o intraperitonealmente a los ratones infectados intranasalmente con el virus de la gripe, actúa con eficacia tanto terapéutica Y profilácticamente. Su acción se debe a que induce la producción de interferón.

Recientemente se ha señalado que una glucoproteína extraída del micelio de shiitake en la Universidad de Yamaguchi (Japón), es más eficaz que la *azidotimidina* (AZT) en el tratamiento del SIDA. Tal sustancia, que carece de los efectos colaterales de la AZT, podría sustituir a esta sustancia en el tratamiento del SIDA.

Los Institutos Nacionales de la Salud de EEUU (NIH) permiten, en ciertas circunstancias, utilizar en clínica experimental los extractos de shiitake. Ciertos hospitales de New York y California, en colaboración con una compañía farmacéutica japonesa, están experimentando en pacientes humanos los beta-glucano-sulfatos del shiitake en el tratamiento del SIDA.

## ACTIVIDAD HIPOLIPIDÉMICA

Aunque en ciertas poblaciones siberianas las setas se han utilizado con los más diversos fines medicinales, por lo que se refiere a su efecto hipocolesterolémico fueron el Dr. Kaneda y sus colaboradores de la Universidad de Tohoku (Japón) los primeros que estudiaron este aspecto. Sus estudios se iniciaron en 1964 y todavía continúan. Comprobaron que diversas especies de éstas, especialmente *Lentinus edodes* y *Agaricus bisporus* poseían un efecto anticoolesterolémico. Otras especies, como *F. Velutipes* y *A. auricula-judae* carecen de esta actividad.

La sustancia responsable de esta actividad se aisló en 1971 y su estructura se estableció un año más tarde. Se trata de la *eritadenina*, que también ha recibido los nombres de *lentisina* y de *lentinacina*, si bien el que ha predominado y ha sido generalmente admitido es el eritadenina.

La eritadenina disminuye la concentración de todos los componentes lipídicos de las lipoproteínas del suero (esto es, quilomicones, VLDL y HDL), tanto en el hombre como en los animales. Es muy poco tóxica para las ratas y carece de actividad hipocolesterolémica en los conejos.

En las ratas su actividad no se acompaña de hígado graso. Aunque es activa por vía oral, sólo se absorbe un 10% en el tracto digestivo. Su efecto continúa cierto tiempo después de eliminada de la dieta. Según investigadores japoneses, el tratamiento con eritadenina ejerce su acción hipocolesterolémica hasta un año después de cesado el tratamiento; en otras palabras, el metabolismo de los animales de experimentación requiere mucho tiempo para que desaparezca el efecto hipocolesterolémico.

Desde las experiencias realizadas en 1967 en el Instituto Nacional de Nutrición de Tokio con hombres y mujeres, se sabe que el consumo diario de 9 g. de shiitake deshidratado durante 7 días disminuye el contenido medio de colesterol sanguíneo en un porcentaje que varía del 7 al 12%.

Los investigadores del Centro del Cáncer de Hawaí descubrieron que algunos compuestos de bajo peso molecular extraídos de especies de *Lentinus*, *Auricularia* y *Agaricus bisporus* inhibían la agregación plaquetaria. *Lentinus edodes* fue la especie que mostró más agentes inhibidores. Se cree que los productos activos son nucleósidos u otros derivados de los ácidos nucléicos.

Además de los efectos anticancerosos, antivíricos, anticoolesterolémicos y antitrombóticos que presentan muchas setas y especialmente *L. edodes* y que están bien documentados, se les han atribuido otras muchas acciones curativas que no cuentan con tan fuerte respaldo científico. Lo curioso es que un científico tan serio como el Dr. Mori señale, sin el debido apoyo científico, que el shiitake previene la hipertensión arterial, la ateroesclerosis, los dolores renales, diabetes, cataratas, neuralgias, cálculos biliares, hemorroides y otras. Además añade que proporciona vigor y alarga la vida, ayuda a recuperarse de la fatiga, previene incluso las resacas a consecuencia del alcohol y mejora las alergias y el estreñimiento (lo que sin duda se debe al alto contenido de fibra de las setas en general). Y ¡cómo no! mejora el comportamiento sexual.

Muchas de estas afirmaciones se apoyan simplemente en la tradición popular, otras en experimentos "no publicados" o aparecidos en revistas japonesas de difícil acceso en Occidente. Sin embargo, la base de muchas de estas afirmaciones es el efecto hipocolesterolémico del shiitake que prevendría la arteriosclerosis que, a su vez, evitaría la hipertensión arterial y mejoraría la circulación, lo que prevendría la diabetes, etc., lo que puede ser verdad, pero cuyo apoyo clínico experimental hoy en día es inexistente.

En la fracción soluble en éter de los carpóforos de *Grifola frondosa* se ha encontrado un componente, que se ha demostrado clínicamente que disminuye la presión sanguínea de ratas naturalmente hipertensas.

### EMPLEO MEDICINAL DEL GÉNERO GANODERMA

Este género, que no se aprovecha como alimento, se ha utilizado tradicionalmente en China y Japón como medicamento. Se trata de una poliporácea; es decir, posee poros en el himenio en lugar de laminillas.

El carpóforo es duro y acuerado, de color canela a rojizo, dependiendo de la especie. Vive parásito sobre árboles a los que ocasiona la muerte. En España es muy frecuente en la mitad norte haciéndose más escaso a medida que se desciende hacia el sur.

Las especies más utilizadas médicaamente en Japón y China son *G. Lucidum*, *G.applanatum* (frecuentes también en España) y *G. Iaponicum*. Se conocen globalmente en China como "Ling-Shi" y en Japón como "mantake". En España se llaman "yesquero aplanado" (*G. applanatum*) y pipa (*G. lucidum*).

Los carpóforos de este género, desecados y molidos se toman con agua caliente o sake (aguardiente) o bien se tratan con agua a ebullición para preparar una infusión.

En ciertas partes de Japón se conocen como "elixir vital". En EEUU gozan de gran demanda en ciertos sectores de la población. Hay una empresa, la Kinoko Company Incorporated de San Francisco, que vende "Te Ling-Shi" bajo el nombre registrado de "Hierba Feliz de Kinoko" (*Kinoko's Happy Herb*). Su presidente es el Dr. Henry Mee. Se trata un polvo para preparar infusiones que tiene la siguiente composición:

Ganoderma lucidum .....	40%
Coriolus versicolor .....	40%
Lentinus edodes.....	20%

El *Coriolus versicolor* o *Trametes versicolor* se conoce en España como "yesquero multicolor" por los círculos concéntricos de diferentes colores que presenta la porción superior del carpóforo (blanco, amarillo, marrón, naranja, etc). Como *Ganoderma* se trata de un hongo lignícola que crece sobre troncos muertos.

Según la Kureha Chemical Company de Japón, *Trametes versicolor* contiene *crestina* o *PS-K*, que es un polisacárido. Esta sustancia la vende

como anticancerígeno la firma Sankyo Industry que durante 1980 tuvo unas ventas en Japón de 800 millones de dólares USA.

En China emplean *Ganoderma lucidum* para tratar múltiples patologías: neurastenia, insomnio, enfermedad coronaria cardíaca, hipercolesterolemia, hepatitis, asma, úlceras gástricas, etc.

Otra aplicación, a la que se refiere Diego Calonge en su excelente monografía sobre "Setas (Guía ilustrada)", que hacen en la China y Vietnam rurales, es dársela a los cerdos que tras su ingestión quedan semiinconscientes lo que facilita su manejo y también su robo.

Dado que la mayoría de las experiencias clínicas con este género han sido publicadas en revistas chinas, es difícil disponer de las mismas para contrastar sus resultados.

Ito y colaboradores aislaron de *G. lucidum* cuatro polisacáridos, con que tenían una pequeña proporción de proteínas, que eran muy activos frente a los tumores de sarcoma-18 de los ratones cuando se inyectaban intraperitonealmente. Ninguno de ellos era tóxico.

De otra parte Liu y colaboradores han escrito en el *Chinese Medical Journal* que muchos investigadores han demostrado la eficacia de *Ganoderma* frente a las bronquitis crónica, hepatitis vírica, enfermedad coronaria cardíaca, granulocitopenia, enfermedad de Keshan y neurastenia. Lin y compañeros en la Academia de Ciencias Médicas de Beijing prepararon soluciones inyectables de *Ganoderma* para emplearlas en pacientes humanos con distrofia muscular progresiva, miotonia atrófica y ciertas enfermedades neurológicas. Sus resultados son bastante prometedores. Las experiencias de estos investigadores con ratones a los que se suministraron preparados hidrosolubles de esporas de *G. Lucidum* y de micelio de *G. capense* demostraron que: disminuía la actividad motriz espontánea, se prolongaba el tiempo de anestesia con barbitúricos, se evitaban las convulsiones por nicotina y se inhibía la secreción salivar inducida por la pilocarpina.

Según los investigadores japoneses de la Universidad de Kinki y de *Morinaga and Co*, el ingrediente activo de *G. lucidum* es un Beta-(1-3)-D-glucano de un peso molecular entre 300.000 y 400.000 daltons que consta de un 45-50% de azúcares y también de aminoácidos.

#### ALGUNAS PROPIEDADES DE INTERÉS DE *PLEUROTUS S.P.*

Han sido varios los investigadores que han sostenido que *Pleurotus sp.* libera una toxina que actúa como nematocida.

Por otra parte, en filtrados de *P. griseus* se ha encontrado una sustancia antibiótica, denominada pleurotina, que es activa frente a las bacterias Gram-positivas. Tiene una estructura cíclica relativamente compleja. No se ha explotado comercialmente debido posiblemente a su escasa solubilidad y su gran inestabilidad; se desconoce si ja producen otras setas.

También en *Pleurotus sp.* como en otros hongos se ha encontrado actividad hidrofolatosintetasa, enzima que está implicado en la síntesis del ácido fólico.

Otro detalle de este género que merece destacarse es su alto contenido de fibra alimentaria que se ha recomndado, como tratamiento dietético coadyuvante, en hiperlipidemias, obesidad, estreñimiento, diabetes, etc.

Asimismo se ha comprobado que los extractos acuosos de los carpóforos de *P. ostreatus*, producen la lisis de los hematíes de mamífero. El agente hemolítico es la pleurotolisina, una proteína cuya composición aminoacídica es bastante rara, dado que carece de histidina, arginina, prolina, tirosina, fenilalanina, cistina y metionina. Es totalmente distinta de las proteínas citolíticas aisladas de los sarcóforos de otras agaricáceas. Al parecer, la sensibilidad de los eritrocitos a la pleurotolisina guarda relación con el contenido de esfingomielina de los hematíes.

El orejón también se distingue frente a otras setas por su alto contenido de hidrofolatosintetasa, enzima implicado en la síntesis de ácido fólico, vitamina que escasea en bastantes alimentos y que por sus efectos eritropoyéticos se ha empleado para combatir la anemia perniciosa. El contenido de ácido fólico de *Pleurotus* puede parangonarse con el de las espinacas, riñones e hígado crudo -los tres alimentos considerados tradicionalmente como fuentes de esta vitamina.

Como ya se ha señalado, algunos polisacáridos solubles en agua caliente, que se han aislado tanto del sarcóforo como del micelio de *Pleurotus*, poseen actividad antitumoral, dado que inhiben e incluso hacen desaparecer el crecimiento celular del sarcoma 180 implantado subcutáneamente a los ratones.

También determinados autores sostienen que esta seta, administrada *per os* a los ratones les disminuye el colesterol plasmático.

A modo de resumen de todo lo anterior debemos resaltar:

- a) Que desde tiempo inmemorial se han utilizado los hongos como agentes terapéuticos, muchos veces sin experimentos controlados que demuestren su eficacia.

- b) Que se ha visto, sin embargo, que muchos hongos contienen ciertos compuestos singulares que, en experiencias cuidadosamente controladas -realizadas en prestigiosos centros de investigación- han resultado útiles en el tratamiento de las enfermedades más corrientes, dolorosas y letales del mundo desarrollado.
- c) Que deben continuar las investigaciones para tratar de confirmar las ventajas médicas que supone la inclusión del shiitake y otras setas en la dieta, y el posible empleo terapéutico de aquellos de sus componentes que muestren alguna actividad terapéutica.
- d) Que hoy todavía es pronto para recomendar el empleo exclusivo de estos productos en el tratamiento de muchas patologías.