

# Los hongos comestibles: propiedades nutricionales, medicinales, y su contribución a la alimentación mexicana

## El *shiitake*



Daniel Martínez-Carrera, Mercedes Sobal, Porfirio Morales,  
Wilfrido Martínez, Marco Martínez y Yésica Mayett



CAMPUS PUEBLA



INSTITUTO  
DE CIENCIAS



DEPARTAMENTO DE  
ADMINISTRACIÓN



IMINAP, A.C.

## **Grupo de investigación interinstitucional**

*Colegio de Postgraduados (COLPOS), Campus Puebla*

1. Dr. Daniel Martínez Carrera, Profesor Investigador Titular
2. Dra. Mercedes Sobal Cruz, Profesora Investigadora Asociada
3. Dr. Porfirio Morales Almora, Profesor Investigador Asociado
4. Biól. Wilfrido Martínez Sánchez, Investigador Auxiliar Adjunto

*Benemérita Universidad Autónoma de Puebla (BUAP),*

*Instituto de Ciencias*

5. Dr. Marco Martínez Guerrero, Profesor Investigador

*Universidad Popular Autónoma del Estado de Puebla (UPAEP),*

*Departamento de Administración y Contaduría*

6. Dra. Yésica Mayett Moreno, Profesora Investigadora

*Instituto de Micología Neotropical Aplicada*

*(IMINAP, A.C.; registro CONACYT-2002/274)*

7. M.C. Daniel Nava López, Investigador

© D. Martínez-Carrera, M. Sobal, P. Morales, W. Martínez, M. Martínez, Y. Mayett

© Colegio de Postgraduados 2004.

Carretera México-Texcoco km. 36.5, Montecillo, 56230 Texcoco, Estado de México

Miembro número 306 CANIEM

**ISBN 970-9752-00-6**

D.R. Todos los derechos reservados conforme a la Ley

Impreso y hecho en México

*Printed and made in Mexico*

Colegio de Postgraduados, *Campus Puebla*, Biotecnología de Hongos Comestibles,  
km. 125.5 carretera federal México-Puebla, Colonia La Libertad, Puebla 72130,  
Puebla, México.

Teléfono: 222-2852798. Fax: 222-2852162

Correo electrónico: [mushroombiotech@colpos.colpos.mx](mailto:mushroombiotech@colpos.colpos.mx)

Página electrónica: <http://micaplant.fws1.com> ; <http://colpos.mx>



## Contenido

|       |                                                                                                                        |    |
|-------|------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|----|
| I.    | ¿Porqué es importante disfrutar y apreciar nuestros alimentos?                                                         | 3  |
| II.   | ¿Porqué es importante incluir hongos comestibles en nuestra dieta?                                                     | 3  |
| III.  | El hongo comestible conocido como <i>shiitake</i> en los mercados internacionales y sus propiedades más sobresalientes | 3  |
| IV.   | La producción comercial de hongos comestibles es cada día más importante                                               | 4  |
| V.    | México es el mayor productor de hongos comestibles en Latinoamérica                                                    | 5  |
| VI.   | El cultivo del <i>shiitake</i> se realiza bajo condiciones totalmente controladas y con altos estándares de calidad    | 6  |
| VII.  | El <i>shiitake</i> es un alimento natural, orgánico, y con propiedades nutricionales y medicinales                     | 6  |
| VIII. | Contenido de agua                                                                                                      | 7  |
| IX.   | Valor nutricional                                                                                                      | 7  |
|       | a) Proteínas                                                                                                           | 11 |
|       | b) Carbohidratos y fibra dietética                                                                                     | 11 |
|       | c) Grasas                                                                                                              | 11 |
|       | d) Vitaminas                                                                                                           | 13 |
|       | e) Minerales                                                                                                           | 13 |
| X.    | Valor medicinal                                                                                                        | 15 |
|       | a) Propiedades anticancerígenas                                                                                        | 16 |
|       | b) El polisacárido “Lentinan”                                                                                          | 17 |
|       | c) El “LEM” ( <i>Lentinus edodes mycelium</i> )                                                                        | 18 |
|       | d) El “KS-2”                                                                                                           | 18 |
|       | e) Otros compuestos anticancerígenos                                                                                   | 18 |
|       | f) Propiedades antibióticas                                                                                            | 19 |
|       | g) Propiedades que reducen el nivel de colesterol y la hipertensión                                                    | 19 |
|       | h) Propiedades antitrombóticas                                                                                         | 20 |
|       | i) Propiedades antidiabéticas                                                                                          | 20 |
| XI.   | Perspectivas                                                                                                           | 20 |
| XII.  | Agradecimientos                                                                                                        | 21 |
| XIII. | Referencias bibliográficas                                                                                             | 21 |
| XIV.  | Apéndice. Recetario regional: ¿cómo cocinar el <i>shiitake</i> ?                                                       | 23 |





### **I. ¿Porqué es importante disfrutar y apreciar nuestros alimentos?**

El consumo de alimentos naturales no sólo sabrosos, sino también nutritivos y con propiedades benéficas para la salud, representa la gran tendencia mundial de la alimentación humana en el siglo XXI. Tan sólo en los E.U.A., la demanda de suplementos alimenticios y medicinales se ha incrementado de \$ 3.3 a 14 billones de dólares durante el período de 1990 al 2000. Lo anterior nace de la confirmación de un principio fundamental y universal: la dieta humana debe ser completa, suficiente, equilibrada y que garantice una completa satisfacción biológica, psicológica y social.

### **II. ¿Porqué es importante incluir hongos comestibles en nuestra dieta?**

La mayoría de nosotros consume hongos comestibles por su excelente sabor, aroma, y textura. Sin embargo, es poco conocido su gran potencial como alimento funcional con propiedades nutricionales y medicinales que promueven la salud. Estas propiedades son únicas y diferentes a las aportadas por otros alimentos ampliamente consumidos, ya que los hongos constituyen un reino de la naturaleza independiente de las plantas y los animales.

### **III. El hongo comestible conocido como *shiitake* en los mercados internacionales y sus propiedades más sobresalientes**

En el Sureste de Asia, existe una tradición milenaria por consumir el *shiitake* (*Lentinula edodes*) debida a sus virtudes medicinales. Evidencia científica reciente ya ha confirmado propiedades específicas durante las últimas décadas. Actualmente, el *shiitake* es famoso en los mercados internacionales por ser un excelente alimento funcional, ya que proporciona beneficios a la salud y ayuda a prevenir, tratar o aliviar enfermedades, si se consume regularmente dentro de la dieta.

Se trata de un alimento natural con notables propiedades nutricionales. Asimismo, sus propiedades medicinales se han popularizado ampliamente a través de diversos extractos o concentrados (nutracéuticos, nutricéuticos) utilizados como suplementos alimenticios a nivel mundial, para fortalecer el sistema inmunológico, para reducir la hipertensión, y para prevenir y tratar el cáncer, la diabetes, el SIDA, y enfermedades cardiovasculares y parasitarias.



Las propiedades nutricionales y medicinales del *shiitake* lo convierten en un excelente alimento funcional para diversos tipos de dieta, como por ejemplo:

- 1) Dietas bajas en glucosa, para el tratamiento y prevención de la diabetes.**
- 2) Dietas bajas en purinas, para el tratamiento y prevención de la gota y el reumatismo.**
- 3) Dietas bajas en colesterol, para el tratamiento y prevención de enfermedades cardiovasculares.**
- 4) Dietas bajas en sodio, para el tratamiento y prevención de la presión arterial alta y la diabetes.**
- 5) Dietas ricas en fibra, para el tratamiento y prevención de la colitis y el estreñimiento.**
- 6) Dietas bajas en calorías, para el tratamiento y prevención de la obesidad.**
- 7) Dietas ovo-lacto-vegetarianas y vegetarianas, como fuente de proteínas, vitaminas (A, complejo B, D), minerales (potasio, fósforo, hierro), y antioxidantes (cobre, selenio, zinc).**

#### **IV. La producción comercial de hongos comestibles es cada día más importante**

Actualmente, la producción mundial supera los 6.2 millones de toneladas de hongos frescos por año. Su valor económico aproximado supera los 30 billones de dólares. La tasa promedio de incremento anual es superior al 11%. Recientemente, la confirmación de propiedades medicinales en estos hongos, tanto en la fase vegetativa (micelio) como reproductora (cuerpo fructífero), así como el descubrimiento de sus mecanismos biológicos de acción, están promoviendo un impulso adicional a su desarrollo. Se estima que ya se generan operaciones comerciales de alto valor agregado superiores a los 6 billones de dólares en los mercados internacionales de la industria alimenticia, farmacéutica, y de perfumería y cosméticos. Asimismo, se observa una creciente demanda de los productos derivados de hongos comestibles en Europa, Norteamérica y Japón, a través de nutraceuticos (suplemento dietético elaborado con compuestos bioactivos extraídos de alimentos naturales), nutriceuticos (cápsulas o tabletas con extractos purificados de hongos comestibles utilizados con propósitos terapéuticos),



suplementos alimenticios y bebidas tonificantes. Una famosa compañía francesa (*Ives Rocher*) ha patentado y comercializado productos cosméticos revitalizadores de la piel de gran aceptación internacional, elaborados a base de extractos de *shiitake* ricos en lípidos, proteínas, vitaminas y oligoelementos (*Serum végétal de shiitaké*: loción, cremas diurna y nocturna, desmaquillador). A nivel mundial, después del champiñón (*Agaricus*), el segundo hongo comestible cultivado más importante es el *shiitake*, ya que se produjeron 1,534,000 toneladas métricas en 1997. Tan sólo durante el período 1985-1997, la producción mundial de *shiitake* se incrementó más del 327%, y actualmente continúa incrementándose a tasas superiores al 25% anual (Chang, 1999; Royse, 1997). La mayor parte (>98.5%) de esa producción comercial se genera en el Sureste de Asia, principalmente en China (87.1%), Japón (8.6%), Taiwán (1.7%) y Corea del Sur (1.1%) [Chang, 2002].

## **V. México es el mayor productor de hongos comestibles en Latinoamérica**

La producción comercial de hongos comestibles es una actividad relevante en México, desde el punto de vista social, económico y ecológico. Se estima que los volúmenes de producción ascienden a más o menos 38,708 toneladas anuales de hongos frescos. Nuestro país genera alrededor del 59% de la producción total de Latinoamérica, ubicándose como el 18o. productor a nivel mundial. El monto anual de las operaciones comerciales supera los 150 millones de dólares, generando alrededor de 20 mil empleos directos e indirectos. Los volúmenes de exportación generan divisas por más de 4 millones de dólares anuales. La importancia ecológica de esta actividad económica radica en la utilización y reciclaje de más de 386,000 toneladas anuales de subproductos agrícolas, agroindustriales y forestales. Actualmente, los principales hongos cultivados son el champiñón (*Agaricus*: 94.3%, 36,500 ton/año) y las setas (*Pleurotus*: 5.6%, 2,190 ton/año), mientras que el *shiitake* (*Lentinula*) se produce de manera inconsistente (Martínez-Carrera *et al.*, 1991; Martínez-Carrera, 1998, 2002; Martínez-Guerrero, 2003; Mayett *et al.*, 2004; Morales & Martínez-Carrera, 1990, 1991; Morales *et al.*, 1991).



## **VI. El cultivo del *shiitake* se realiza bajo condiciones totalmente controladas y con altos estándares de calidad**

Las formas primitivas de cultivo del *shiitake* se reportaron por primera vez en China durante los siglos X-XIII d.c. Sin embargo, las primeras técnicas rústicas de cultivo se desarrollaron ampliamente a partir de la década de los 1950s. Estas técnicas, todavía utilizadas en China y Japón, consisten en emplear troncos de madera de diversos árboles (*Quercus*, *Carpinus*, *Castanea*), principalmente el encino, como sustrato de cultivo. El método moderno para el cultivo intensivo del *shiitake* es relativamente reciente. Se desarrolló de manera sólida a finales de los 1980s y se lleva a cabo con aserrín suplementado de maderas duras, el cual se esteriliza en bolsas de polipropileno. Las bolsas con aserrín estéril se inoculan con la “semilla” de *shiitake* preparada en condiciones asépticas con granos de diversas gramíneas. Las bolsas inoculadas se trasladan a cuartos de incubación (25°-30°C) para favorecer el desarrollo del micelio (fase vegetativa). Después de 60-90 días, el sustrato colonizado se ha pigmentado y se somete a estimulación térmica para inducir la fructificación (fase reproductora). Los cuerpos fructíferos maduros del *shiitake* están listos para cosecharse y comercializarse 4-15 días después del tratamiento. Este método requiere de un elevado costo de inversión inicial en infraestructura, ya que involucra un sistema de esterilización a gran escala y área aséptica para la inoculación del sustrato suplementado. A pesar de ello, este método se está desarrollando ampliamente en Asia, Norteamérica y Europa (Chang & Miles, 2004).

## **VII. El *shiitake* es un alimento natural, orgánico, y con propiedades nutricionales y medicinales**

Su cultivo se lleva a cabo a través de la aplicación exitosa de procesos biotecnológicos controlados y desarrollados a gran escala, empleando materiales orgánicos como sustrato de cultivo (aserrín de árboles, suplementos nutritivos). Asimismo, a nivel de producción comercial del *shiitake*, la obtención de materia prima utilizada para la preparación de los sustratos de cultivo se desarrolla de manera sostenible y no tiene impacto ecológico negativo en el medio ambiente. Para obtener el aserrín requerido simplemente se podan las ramas de los árboles utilizados que tienen entre 10-25 cm de diámetro. Esta poda selectiva tiene un efecto benéfico en el manejo a largo plazo de las zonas boscosas, y brinda ingresos económicos





adicionales a los campesinos de las comunidades involucradas. Este también es el caso de otra materia prima, el olote de maíz, el cual se genera en grandes cantidades en la región central del país y se quema para utilizarse como combustible doméstico e industrial.

El sabor y aroma del *shiitake* (*Lentinula*) son únicos entre los hongos comestibles. La mayoría de los consumidores los consideran incluso más intensos, en comparación con los champiñones (*Agaricus*) y las setas (*Pleurotus*). Diversos compuestos específicos se han logrado identificar como responsables del excelente sabor (nucleótidos, aminoácidos libres, péptidos de bajo peso molecular, ácidos orgánicos, azúcares, glutamato) y aroma (lentionina, matsutakeol, etil-n-amil cetona) del *shiitake*.

### VIII. Contenido de agua

Comparativamente con otros alimentos, el *shiitake* contiene el 88.3% de agua, siendo el nivel más bajo entre los hongos comestibles. Como puede apreciarse en la **Tabla 1**, por su contenido de agua, el *shiitake* se asemeja mucho a las verduras y las frutas, así como a otros alimentos de amplio consumo como la leche y el huevo. En cambio, las semillas contienen una menor cantidad de agua ya que se comercializan en seco; sin embargo, al cocinarse incrementan de manera significativa su contenido de agua. Por ejemplo, el arroz comercial pasa de 11.4% a 68% después de hervirse.

### IX. Valor nutricional

Comparativamente con otros hongos comestibles y alimentos, en peso seco, el *shiitake* es una buena fuente de proteínas (22.7%; digestibilidad: 80-87%), con un balance adecuado de vitaminas (A, B<sub>1</sub>, B<sub>2</sub>, B<sub>6</sub>, B<sub>12</sub>, C, D<sub>2</sub>, D<sub>3</sub>, niacina, pro-vitamina D<sub>2</sub>), minerales (hierro, potasio, fósforo, cobre, selenio, calcio, magnesio, manganeso, zinc) y fibra dietética (47.3 g/100 g). Asimismo, tiene un bajo contenido de grasas (3.2%) y carbohidratos digeribles (1-5%). No contiene colesterol. Comparativamente con otros alimentos (cereales: 1.1-4.0 g/100 g proteína; carne y pescado: 2.2-5.7 g/100 g proteína) y microorganismos (bacterias: 8-16%, base seca; levaduras: 6-12%), el contenido de ácidos nucleicos en los hongos comestibles es bajo (2.7-4.1%, base seca). En función de lo anterior, constituye un alimento excelente para dietas bajas en calorías, dietas ricas en fibra, así como para personas ovo-



**Tabla 1.** Contenido de agua en los principales hongos comestibles cultivados comercialmente en México: a) *Shiitake* (*Lentinula edodes*); b) Champiñón blanco (*Agaricus bisporus*); c) Champiñón portobello (*A. bisporus*); y d) Setas (*Pleurotus ostreatus*). Los datos se presentan en forma comparativa con otros alimentos de amplio consumo popular.

| Producto                                | Contenido de agua (%)    | Materia seca (%) |
|-----------------------------------------|--------------------------|------------------|
| <b>Hongos comestibles</b>               |                          |                  |
| <i>Shiitake</i>                         | <b>88.3</b> <sup>4</sup> | <b>11.7</b>      |
| Champiñón blanco                        | 92.3 <sup>1</sup>        | 7.7              |
| Champiñón portobello                    | 92.2 <sup>1</sup>        | 7.8              |
| Setas                                   | 92.5 <sup>4</sup>        | 7.5              |
| <b>Otros alimentos</b> <sup>2,3,5</sup> |                          |                  |
| Leche                                   | 87.8                     | 12.2             |
| Huevo                                   | 87.6                     | 12.4             |
| Carne de res ( <i>sirloin</i> )         | 55.7                     | 44.3             |
| Carne de res asada ( <i>sirloin</i> )   | 43.9                     | 56.1             |
| Pan dulce                               | 37.3                     | 62.7             |
| <b>Verduras</b>                         |                          |                  |
| Pepino                                  | 96.4                     | 3.6              |
| Lechuga                                 | 95.1                     | 4.9              |
| Tomate                                  | 93.5                     | 6.5              |
| Chile jalapeño                          | 90.8                     | 9.2              |
| Zanahoria                               | 89.8                     | 10.2             |
| <b>Frutas</b>                           |                          |                  |
| Melón                                   | 92.1                     | 7.9              |
| Durazno                                 | 89.1                     | 10.9             |
| Naranja                                 | 86.1                     | 13.9             |
| Manzana                                 | 84.5                     | 15.5             |
| Aguacate                                | 74.0                     | 26.0             |
| <b>Semillas</b>                         |                          |                  |
| Trigo                                   | 13.0                     | 87.0             |
| Arroz                                   | 11.4                     | 88.6             |
| Arroz hervido                           | 68.0                     | 32.0             |
| Maíz                                    | 14.0                     | 86.0             |
| Frijol negro                            | 12.3                     | 87.7             |

<sup>1</sup> Beelman, R. B., D. J. Royse & N. Chikthimma. 2004. Bioactive components in *Agaricus bisporus* of nutritional, medicinal and biological importance. Pp. 1-16. In: *Science and cultivation of edible and medicinal fungi*. Romaine, C. P., C. B. Keil, D. L. Rinker & D. J. Royse (Eds.). Pennsylvania State University Press, University Park.

<sup>2</sup> Duke, J. A. & A. A. Atchley. 1986. *CRC handbook of proximate analysis tables of higher plants*. CRC Press, Boca Raton. 389 pp.

<sup>3</sup> Holland, B., A. A. Welch, I. D. Unwin, D. H. Buss, A. A. Paul & D. A. T. Southgate. 1991. *McCance and Widdowson's the composition of foods*. The Royal Society of Chemistry and MAFF, Cambridge. 462 pp.

<sup>4</sup> Kurtzman, R. H., Jr. 1997. Nutrition from mushrooms, understanding and reconciling available data. *Mycoscience* 38: 247-253.

<sup>5</sup> Watt, B. K. & A. L. Merrill. 1975. *Composition of foods*. USDA, Agriculture handbook 8, Washington, D. C. 190 pp.



**Tabla 2.** Aportación del *shiitake* a los requerimientos nutricionales diarios de los mexicanos de acuerdo a recomendaciones oficiales nacionales e internacionales.

| Nutrimento                                                                             | Contenido en<br>el <i>shiitake</i> fresco |              | Requerimiento<br>promedio diario <sup>1,2</sup> | Proporción<br>aportada al<br>requerimiento<br>diario por<br>consumir 250 g<br>de <i>shiitake</i><br>fresco (%) |
|----------------------------------------------------------------------------------------|-------------------------------------------|--------------|-------------------------------------------------|----------------------------------------------------------------------------------------------------------------|
|                                                                                        | 100 g                                     | 250 g        | Hombre-Mujer<br>(35-54 años)                    |                                                                                                                |
| Proteína                                                                               | 3.04 g                                    | 7.6 g        | 71-83 g                                         | 9.1-10.7                                                                                                       |
| Fibra dietética                                                                        | 5.53 g                                    | 13.82 g      | 20-35 g                                         | 39.4-69.1                                                                                                      |
| Vitamina A (retinol)                                                                   | 0.36 µg                                   | 0.90 µg      | 1000 µg                                         | 0.09                                                                                                           |
| Vitamina B <sub>1</sub> (tiamina)                                                      | 0.069 mg                                  | 0.172 mg     | 1.0-1.3 mg                                      | 13.2-17.2                                                                                                      |
| Vitamina B <sub>2</sub> (riboflavina)                                                  | 0.15 mg                                   | 0.375 mg     | 1.2-1.5 mg                                      | 25-31.2                                                                                                        |
| Vitamina B <sub>6</sub> (piridoxina)                                                   | 0.046 mg                                  | 0.117 mg     | 2.0 mg                                          | 5.8                                                                                                            |
| Vitamina B <sub>12</sub> (cobalamina)                                                  | 0.07 µg                                   | 0.175 µg     | 5-6 µg                                          | 2.9-3.5                                                                                                        |
| Vitamina C (ácido ascórbico)                                                           | 2.1 mg                                    | 5.25 mg      | 50 mg                                           | 10.5                                                                                                           |
| Vitamina D <sub>2</sub> (ergocalciferol) +<br>Vitamina D <sub>3</sub> (colecalfiferol) | 3.40 µg                                   | 8.51 µg      | 5-10 µg                                         | 85.1-170.2                                                                                                     |
| Niacina                                                                                | 2.36 mg                                   | 5.90 mg      | 16.6-22.5 mg                                    | 26.2-35.5                                                                                                      |
| Calcio                                                                                 | 9.44 mg                                   | 23.60 mg     | 500 mg                                          | 4.72                                                                                                           |
| Hierro                                                                                 | 0.47 mg                                   | 1.18 mg      | 10-18 mg                                        | 6.5-11.8                                                                                                       |
| Potasio                                                                                | 304.1 mg                                  | 760.2 mg     | 2000-4000 mg                                    | 19-38                                                                                                          |
| Fósforo                                                                                | 70.66 mg                                  | 176.65 mg    | 600 mg                                          | 29.4                                                                                                           |
| Cobre                                                                                  | 0.47 mg                                   | 1.19 mg      | 1.2-1.4 mg                                      | 85.0-99.1                                                                                                      |
| Selenio                                                                                | 6 µg                                      | 16 µg        | 50-70 µg                                        | 22.8-32.0                                                                                                      |
| Zinc                                                                                   | 0.93 mg                                   | 2.34 mg      | 9-13 mg                                         | 18-26                                                                                                          |
| Sodio                                                                                  | 2.28 mg                                   | 5.70 mg      | 2000 mg                                         | 0.28                                                                                                           |
| Manganeso                                                                              | 0.22 mg                                   | 0.57 mg      | 3-4 mg                                          | 14.2-19.0                                                                                                      |
| Magnesio                                                                               | 18.54 mg                                  | 46.36 mg     | 300-350 mg                                      | 13.2-15.4                                                                                                      |
| Energía                                                                                | ±28 calorías                              | ±70 calorías | 1850-2500 calorías                              | 2.8-3.7                                                                                                        |

<sup>1</sup> Bourges, H. 1982. *Nutrición y alimentos, su problemática en México*. Ed. Continental, México, D.F. 100 pp.

<sup>2</sup> Lelley, J. I. & J. Vetter. 2004. Orthomolecular medicine and mushroom consumption, an attractive aspect for promoting production. Pp. 637-643. In: *Science and cultivation of edible and medicinal fungi*. Romaine, C. P., C. B. Keil, D. L. Rinker & D. J. Royse (Eds.). Pennsylvania State University Press, University Park.

lacto-vegetarianas y vegetarianas. En la **Tabla 2**, puede apreciarse la aportación de 250 g de *shiitake* fresco a las cantidades recomendadas de consumo diario de nutrimentos por parte de individuos normales, con la dieta en las condiciones de México.



**Tabla 3.** Contenido de proteína, así como el perfil de aminoácidos esenciales, de los principales hongos comestibles cultivados comercialmente en México: a) *Shiitake* (*Lentinula edodes*); b) Champiñón blanco (*Agaricus bisporus*); c) Champiñón portobello (*A. bisporus*); y d) Setas (*Pleurotus ostreatus*). Los datos se presentan en forma comparativa con otros alimentos de amplio consumo popular.

| Producto                  | Contenido              |                                                               |         |        |     |     |     |       |      |     |
|---------------------------|------------------------|---------------------------------------------------------------|---------|--------|-----|-----|-----|-------|------|-----|
|                           | Base seca              | Base húmeda                                                   |         |        |     |     |     |       |      |     |
|                           |                        | Aminoácidos esenciales (mg/100 g hongos frescos) <sup>1</sup> |         |        |     |     |     |       |      |     |
|                           | Proteína               | Cis                                                           | Fenilal | Isoleu | Leu | Lis | Met | Tiros | Treo | Val |
| <b>Hongos comestibles</b> |                        |                                                               |         |        |     |     |     |       |      |     |
| <i>Shiitake</i>           | 22.7% <sup>6</sup>     | 24                                                            | 91      | 79     | 133 | 122 | 29  | 265   | 98   | 124 |
| Champiñón blanco          | 23.9% <sup>2</sup>     | 23                                                            | 107     | 91     | 153 | 143 | 33  | 283   | 111  | 121 |
| Champiñón portobello      |                        | 23                                                            | 97      | 85     | 142 | 127 | 30  | 292   | 102  | 120 |
| Setas                     | 21.7% <sup>5</sup>     | 28                                                            | 111     | 82     | 139 | 126 | 35  | 219   | 106  | 112 |
| <b>Otros alimentos</b>    |                        |                                                               |         |        |     |     |     |       |      |     |
| Leche                     | 25.2% <sup>2</sup>     |                                                               |         |        |     |     |     |       |      |     |
| Huevo                     | 10.9 g <sup>7, a</sup> |                                                               |         |        |     |     |     |       |      |     |
| Carne de res              | 16.9 g <sup>7, a</sup> |                                                               |         |        |     |     |     |       |      |     |
| Tortilla                  | 5.9 g <sup>4, a</sup>  |                                                               |         |        |     |     |     |       |      |     |
| Pan dulce                 | 9.1 g <sup>4, a</sup>  |                                                               |         |        |     |     |     |       |      |     |
| Trigo                     | 13.2% <sup>2</sup>     |                                                               |         |        |     |     |     |       |      |     |
| Arroz                     | 7.3% <sup>2</sup>      |                                                               |         |        |     |     |     |       |      |     |
| Maíz                      | 11.2% <sup>3</sup>     |                                                               |         |        |     |     |     |       |      |     |
| Frijol negro              | 24.2% <sup>3</sup>     |                                                               |         |        |     |     |     |       |      |     |
| Chile jalapeño            | 16.3% <sup>3</sup>     |                                                               |         |        |     |     |     |       |      |     |
| Aguacate                  | 7.1% <sup>3</sup>      |                                                               |         |        |     |     |     |       |      |     |
| Naranja                   | 5.0% <sup>3</sup>      |                                                               |         |        |     |     |     |       |      |     |

Cis= Cisteína. Fenilal= Fenilalanina. Isoleu= Isoleucina. Leu= Leucina. Lis= Lisina. Met= Metionina. Tiros= Tirosina. Treo= Teonina. Val= Valina.

<sup>a</sup> Valor nutritivo en 100 g de peso neto húmedo.

<sup>1</sup> Beelman, R. B., D. J. Royse & N. Chikthimmah. 2004. Bioactive components in *Agaricus bisporus* of nutritional, medicinal and biological importance. Pp. 1-16. In: *Science and cultivation of edible and medicinal fungi*. Romaine, C. P., C. B. Keil, D. L. Rinker & D. J. Royse (Eds.). Pennsylvania State University Press, University Park.

<sup>2</sup> Chang, S. T. & P. G. Miles. 2004. *Mushrooms: cultivation, nutritional value, medicinal effect, environmental impact*. CRC Press, Boca Raton. 451 pp.

<sup>3</sup> Duke, J. A. & A. A. Atchley. 1986. *CRC handbook of proximate analysis tables of higher plants*. CRC Press, Boca Raton. 389 pp.

<sup>4</sup> Hernández, M., A. Chávez & H. Bourges. 1983. *Valor nutritivo de los alimentos mexicanos*. Instituto Nacional de la Nutrición, México, D. F. 34 pp.

<sup>5</sup> Lelley, J. I. & J. Vetter. 2004. Orthomolecular medicine and mushroom consumption, an attractive aspect for promoting production. Pp. 637-643. In: *Science and cultivation of edible and medicinal fungi*. Romaine, C. P., C. B. Keil, D. L. Rinker & D. J. Royse (Eds.). Pennsylvania State University Press, University Park.

<sup>6</sup> Mizuno, T. 1995. Shiitake, *Lentinus edodes*: functional properties for medicinal and food purposes. *Food Reviews International* 11: 111-128.

<sup>7</sup> Watt, B. K. & A. L. Merrill. 1975. *Composition of foods*. USDA, Agriculture handbook 8, Washington, D. C. 190 pp.



### a) Proteínas

El contenido de proteína en el *shiitake* es elevado, siendo del 22.7% en base al peso seco (**Tabla 3**). Otros alimentos de amplio consumo tienen un contenido equivalente o más bajo, tales como la leche (25.2%), el maíz (11.2%), el frijol negro (24.2%) y el aguacate (7.1%). Entre los aminoácidos esenciales, destaca el contenido de leucina, lisina, metionina, y tirosina.

### b) Carbohidratos y fibra dietética

La composición de los carbohidratos totales es un aspecto relevante del *shiitake* debido a su complejidad (**Tabla 4**). Se incluyen aquí polisacáridos, disacáridos, monosacáridos, alcoholes azucarados, y azúcares libres. El *shiitake* contiene el nivel más alto de fibra dietética (47.3 g/100 g, base seca) dentro de los hongos comestibles cultivados de mayor importancia comercial. Una proporción importante de la fibra dietética está compuesta por quitina y  $\beta$ -glucanos, los cuales tienen propiedades antitumorales y pueden llegar a prevenir el cáncer rectal y de colon. La fibra dietética es un buen medio para el desarrollo de enterobacterias, cuya combinación puede ayudar a prevenir la arterioesclerosis, la trombosis, la hipertensión, y la diabetes mediante la absorción intestinal de colesterol y otras sustancias potencialmente dañinas para la salud. Asimismo, pacientes diabéticos alimentados con dietas ricas en fibra redujeron su requerimiento diario de insulina y estabilizaron sus niveles de glucosa sanguínea. Dentro de los azúcares libres pueden mencionarse la trehalosa y el manitol, los cuales no son comunes en la dieta humana y han sido asociados a un efecto “prebiótico”, promoviendo el crecimiento y la redistribución de bacterias en el intestino humano.

### c) Grasas

Aunque el contenido de lípidos totales en el *shiitake* es bajo, debe resaltarse la presencia de ácidos grasos, glicolípidos, monoglicéridos, diglicéridos, triglicéridos, esteroides y fosfolípidos (**Tabla 5**). Su balance también es adecuado, ya que el 76.5% de los ácidos grasos son insaturados, los cuales se consideran esenciales para la dieta humana. El ácido linoleico es el ácido graso insaturado que se presenta en mayor proporción (72.8%). Una buena parte de las grasas también está formada por ergosterol (602-679 mg/100 g



**Tabla 4.** Contenido de carbohidratos, fibra cruda, fibra dietética total y quitina de los principales hongos comestibles cultivados comercialmente en México: a) *Shiitake* (*Lentinula edodes*); b) Champiñón blanco (*Agaricus bisporus*); c) Champiñón portobello (*A. bisporus*); y d) Setas (*Pleurotus*).

| Componente                                  | Contenido en base seca    |                    |                      |                    |
|---------------------------------------------|---------------------------|--------------------|----------------------|--------------------|
|                                             | <i>Shiitake</i>           | Champiñón blanco   | Champiñón portobello | Setas              |
| Carbohidratos                               | <b>59.2%</b> <sup>4</sup> | 51.3% <sup>2</sup> |                      | 57.6% <sup>2</sup> |
| Polisacáridos hidrosolubles <sup>a</sup>    | <b>1-5%</b> <sup>4</sup>  |                    |                      |                    |
| Glucosa (mg/g)                              | <b>14.2</b> <sup>5</sup>  |                    |                      | 10.6 <sup>5</sup>  |
| Manitol (mg/g)                              | <b>134</b> <sup>5</sup>   |                    |                      | 3.6 <sup>5</sup>   |
| Trehalosa (mg/g)                            | <b>3.74</b> <sup>5</sup>  |                    |                      | 2.73 <sup>5</sup>  |
| Fibra cruda                                 | <b>10.0%</b> <sup>4</sup> | 8.0% <sup>2</sup>  |                      | 7.5% <sup>2</sup>  |
| Fibra dietética total <sup>b</sup> (g/100g) | <b>47.3</b> <sup>1</sup>  | 27.9 <sup>1</sup>  | 40.1 <sup>1</sup>    | 33.1 <sup>1</sup>  |
| Quitina <sup>c</sup>                        | <b>5.84%</b> <sup>3</sup> | 8.68% <sup>3</sup> |                      | 4.95% <sup>3</sup> |

<sup>a</sup> Polisacáridos similares a glicógeno,  $\alpha$ -D-glucanos,  $\beta$ -D-glucanos, pectina, heteroglucanos, heterogalactanos, heteromananas, xiloglucanos.

<sup>b</sup> Componentes insolubles en agua: heteroglicanos,  $\beta$ -glucanos, polisacáridos ácidos, hemicelulosa, quitina, y otras sustancias de alto peso molecular, las cuales no son digeridas ni absorbidas, pero que se consideran benéficas para el funcionamiento del aparato digestivo humano.

<sup>c</sup> La quitina (poli-N-acetil-D-glucosamina) es el principal componente de la pared celular de los hongos comestibles y es un polisacárido que forma parte de la fibra dietética.

<sup>1</sup> Beelman, R. B., D. J. Royse & N. Chikthimma. 2004. Bioactive components in *Agaricus bisporus* of nutritional, medicinal and biological importance. Pp. 1-16. In: *Science and cultivation of edible and medicinal fungi*. Romaine, C. P., C. B. Keil, D. L. Rinker & D. J. Royse (Eds.). Pennsylvania State University Press, University Park.

<sup>2</sup> Chang, S. T. & P. G. Miles. 2004. *Mushrooms: cultivation, nutritional value, medicinal effect, environmental impact*. CRC Press, Boca Raton. 451 pp.

<sup>3</sup> Lelley, J. I. & J. Vetter. 2004. Orthomolecular medicine and mushroom consumption, an attractive aspect for promoting production. Pp. 637-643. In: *Science and cultivation of edible and medicinal fungi*. Romaine, C. P., C. B. Keil, D. L. Rinker & D. J. Royse (Eds.). Pennsylvania State University Press, University Park.

<sup>4</sup> Mizuno, T. 1995. Shiitake, *Lentinus edodes*: functional properties for medicinal and food purposes. *Food Reviews International* 11: 111-128.

<sup>5</sup> Yang, J.-H., H.-C. Lin & J.-L. Mau. 2001. Non-volatile taste components of several commercial mushrooms. *Food Chemistry* 72: 465-471.

peso seco), el cual recientemente se ha demostrado que tiene propiedades antitumorales, probablemente mediante la inhibición de la angiogénesis inducida por tumores cancerosos sólidos.



**Tabla 5.** Contenido de lípidos y ácidos grasos en los principales hongos comestibles cultivados comercialmente en México: a) *Shiitake* (*Lentinula edodes*); b) Champiñón blanco (*Agaricus bisporus*); y c) Setas (*Pleurotus*).

| Componente                        | Contenido en base seca |                   |                   |
|-----------------------------------|------------------------|-------------------|-------------------|
|                                   | <i>Shiitake</i>        | Champiñón blanco  | Setas             |
| Lípidos totales                   | 3.2% <sup>2</sup>      | 1.72 <sup>1</sup> | 1.56 <sup>1</sup> |
| Proporción de ácidos grasos       | 3.38% <sup>2</sup>     |                   |                   |
| Composición de los ácidos grasos: |                        |                   |                   |
| Acido linoléico (18:2)            | 72.8% <sup>2</sup>     |                   |                   |
| Acido palmítico (16:0)            | 14.7% <sup>2</sup>     |                   |                   |
| Acido oleico (18:1)               | 3.0% <sup>2</sup>      |                   |                   |
| Acido tetradecenoico (14:1)       | 1.6% <sup>2</sup>      |                   |                   |
| Acido esteárico (18:0)            | 0.9% <sup>2</sup>      |                   |                   |
| Acido mirístico (14:0)            | 0.1% <sup>2</sup>      |                   |                   |

<sup>1</sup> Lelley, J. I. & J. Vetter. 2004. Orthomolecular medicine and mushroom consumption, an attractive aspect for promoting production. Pp. 637-643. In: *Science and cultivation of edible and medicinal fungi*. Romaine, C. P., C. B. Keil, D. L. Rinker & D. J. Royse (Eds.). Pennsylvania State University Press, University Park.

<sup>2</sup> Mizuno, T. 1995. Shiitake, *Lentinus edodes*: functional properties for medicinal and food purposes. *Food Reviews International* 11: 111-128.

#### d) Vitaminas

El contenido de vitaminas en el *shiitake* se presenta en la **Tabla 6**, en forma comparativa con levaduras ampliamente utilizadas como suplemento alimenticio. El *shiitake* puede considerarse como una buena fuente de vitaminas: A, complejo B, C, D<sub>2</sub>, D<sub>3</sub>, niacina y pro-vitamina D<sub>2</sub>. Debe mencionarse que los hongos, y en particular el *shiitake*, constituyen el único alimento natural de origen no animal que contiene vitamina D (efectiva para la prevención y el tratamiento del raquitismo, la osteomalacia, y la osteoporosis postmenopáusica), siendo la única fuente de esta importante vitamina para las personas con dietas vegetarianas. En este tipo de dietas, el *shiitake* también proporciona la importante vitamina B<sub>12</sub>.

#### e) Minerales

En orden de importancia, el *shiitake* contiene altas concentraciones de potasio, fósforo, magnesio, calcio, sodio, zinc, cobre, hierro, boro y



manganeso. El potasio es importante para regular la presión arterial y la condición muscular, mientras que el fósforo es fundamental para la transferencia de energía, y la información genética dentro del cuerpo. Otros minerales se presentan en concentraciones menores, tales como el selenio (**Tabla 7**). Este micronutriente es esencial para la dieta humana, ya que funciona como cofactor del sistema enzimático *glutation*-peroxidasa, cuya función principal es proteger los lípidos de la membrana celular contra los daños ocasionados por radicales libres. Diversos estudios han indicado que el consumo de altos niveles de selenio en la dieta reducen la incidencia de ciertos tipos de cáncer.

**Tabla 6.** Contenido vitamínico en los principales hongos comestibles cultivados comercialmente en México: a) *Shiitake* (*Lentinula edodes*); b) Champiñón blanco (*Agaricus bisporus*); y c) Setas (*Pleurotus*).

| Componente                                            | Contenido en base seca |                  |              |                                     |
|-------------------------------------------------------|------------------------|------------------|--------------|-------------------------------------|
|                                                       | <i>Shiitake</i>        | Champiñón blanco | Setas        | Levadura de cerveza <sup>2, a</sup> |
| Vitamina A (retinol) <sup>3</sup>                     | <b>31.0 µg/kg</b>      | 22.1 µg/kg       | 35.2 µg/kg   |                                     |
| Vitamina B <sub>1</sub> (tiamina) <sup>3</sup>        | <b>5.9 mg/kg</b>       | 7.1 mg/kg        | 5.7 mg/kg    | 15.6 mg/100 g                       |
| Vitamina B <sub>2</sub> (riboflavina) <sup>5</sup>    | <b>1.8 mg/100 g</b>    | 5.1 mg/100 g     | 2.5 mg/100 g | 4.2 mg/100 g                        |
| Vitamina B <sub>6</sub> (piridoxina) <sup>3</sup>     | <b>4.0 mg/kg</b>       | 6.3 mg/kg        | 5.5 mg/kg    |                                     |
| Vitamina B <sub>12</sub> (cobalamina) <sup>5</sup>    | <b>0.8 µg/100 g</b>    | 0.8 µg/100 g     | 0.6 µg/100 g |                                     |
| Vitamina C (ácido ascórbico) <sup>1,5</sup>           | <b>25 mg/100 g</b>     | 17 mg/100 g      | 20 mg/100 g  |                                     |
| Pro-vitamina D <sub>2</sub> (ergosterol) <sup>4</sup> | <b>325 mg/100 g</b>    |                  |              |                                     |
| Vitamina D <sub>2</sub> (ergocalciferol) <sup>3</sup> | <b>90.5 µg/kg</b>      | 81.5 µg/kg       | 91.7 µg/kg   |                                     |
| Vitamina D <sub>3</sub> (colecalciferol) <sup>3</sup> | <b>200.5 µg/kg</b>     | 138.9 µg/kg      | 235.9 µg/kg  |                                     |
| Niacina <sup>4</sup>                                  | <b>20.2 mg/100 g</b>   |                  |              |                                     |

<sup>a</sup> Levadura (*Saccharomyces cerevisiae*) utilizada medicinalmente como suplemento o aditivo alimenticio.

<sup>1</sup> Chang, S. T. & P. G. Miles. 2004. *Mushrooms: cultivation, nutritional value, medicinal effect, environmental impact*. CRC Press, Boca Raton. 451 pp.

<sup>2</sup> Kurtzman, R. H., Jr. 1997. Nutrition from mushrooms, understanding and reconciling available data. *Mycoscience* 38: 247-253.

<sup>3</sup> Lelley, J. I. & J. Vetter. 2004. Orthomolecular medicine and mushroom consumption, an attractive aspect for promoting production. Pp. 637-643. In: *Science and cultivation of edible and medicinal fungi*. Romaine, C. P., C. B. Keil, D. L. Rinker & D. J. Royse (Eds.). Pennsylvania State University Press, University Park.

<sup>4</sup> Mizuno, T. 1995. Shiitake, *Lentinus edodes*: functional properties for medicinal and food purposes. *Food Reviews International* 11: 111-128.

<sup>5</sup> Mattila, P., K. Könkö, M. Euro, J.-M. Pihlava, J. Astola, L. Vaheristo, V. Hietaniemi, J. Kumpulainen, M. Valtanen & V. Piironen. 2001. Contents of vitamins, mineral elements, and some phenolic compounds in cultivated mushrooms. *J. Agric. Food Chem.* 49: 2343-2348.





**Tabla 7.** Contenido de minerales en los principales hongos comestibles cultivados comercialmente en México: a) *Shiitake* (*Lentinula edodes*); b) Champiñón blanco (*Agaricus bisporus*); y c) Setas (*Pleurotus*).

| Componente                                       | Contenido en base seca |                  |        |
|--------------------------------------------------|------------------------|------------------|--------|
|                                                  | <i>Shiitake</i>        | Champiñón blanco | Setas  |
| Cenizas <sup>1</sup>                             | <b>4.7%</b>            | 11.8 %           | 9.4%   |
| Minerales y elementos traza (mg/kg) <sup>2</sup> |                        |                  |        |
| Aluminio                                         | <b>11.20</b>           | 20.6             | 16.3   |
| Boro                                             | <b>20.14</b>           | 17.2             | 4.97   |
| Bario                                            | <b>1.50</b>            | 1.51             | 1.42   |
| Calcio                                           | <b>807</b>             | 765              | 684    |
| Cadmio                                           | <b>2.19</b>            | <0.002           | 0.59   |
| Cobalto                                          | <b>&lt; 0.002</b>      | <0.002           | <0.002 |
| Cromo                                            | <b>1.29</b>            | 1.58             | 1.17   |
| Cobre                                            | <b>40.70</b>           | 24.3             | 10.8   |
| Hierro                                           | <b>40.60</b>           | 47.2             | 77.5   |
| Potasio                                          | <b>25,992</b>          | 45,883           | 34,846 |
| Magnesio                                         | <b>1,585</b>           | 1,239            | 1,643  |
| Manganeso                                        | <b>19.50</b>           | 6.6              | 9.14   |
| Molibdeno                                        | <b>1.44</b>            | 0.60             | <0.005 |
| Sodio                                            | <b>195</b>             | 677              | 189    |
| Fósforo                                          | <b>6,040</b>           | 9,896            | 7,461  |
| Selenio                                          | <b>0.57</b>            | 2.97             | 0.50   |
| Estroncio                                        | <b>6.48</b>            | 5.66             | 5.80   |
| Titanio                                          | <b>0.25</b>            | 0.23             | 0.43   |
| Vanadio                                          | <b>&lt; 0.005</b>      | 0.12             | 0.16   |
| Zinc                                             | <b>80.2</b>            | 60.0             | 80.2   |

<sup>1</sup> Mizuno, T. 1995. Shiitake, *Lentinus edodes*: functional properties for medicinal and food purposes. *Food Reviews International* 11: 111-128.

<sup>2</sup> Lelley, J. I. & J. Vetter. 2004. Orthomolecular medicine and mushroom consumption, an attractive aspect for promoting production. Pp. 637-643. In: *Science and cultivation of edible and medicinal fungi*. Romaine, C. P., C. B. Keil, D. L. Rinker & D. J. Royse (Eds.). Pennsylvania State University Press, University Park.

## X. Valor medicinal

Las propiedades medicinales de los hongos comestibles, así como sus efectos benéficos en la salud humana, han sido reconocidas durante más de



2000 años por diversas culturas en todos los continentes. En las últimas décadas, extractos obtenidos a partir de hongos son ampliamente comercializados como nutraceuticos, nutriceuticos, concentrados, o suplementos nutricionales, dietéticos o alimenticios para mantener o mejorar la salud.

El *shiitake* es considerado un excelente alimento funcional que proporciona beneficios a la salud y ayuda a prevenir o aliviar enfermedades si se consume regularmente dentro de la dieta. Sus propiedades medicinales se han popularizado comercializando suplementos alimenticios para reducir la hipertensión y tratar enfermedades cardiovasculares, la diabetes, el cáncer, y la artritis. Datos epidemiológicos desarrollados en Japón indicaron que el consumo de hongos comestibles está asociado a tasas inferiores de muerte por cáncer, al compararse con el valor promedio nacional de ese país. El consumo diario de tan sólo 90 g de *shiitake* fresco durante 7 días induce la reducción de hasta 12% del colesterol en sangre. Actualmente, se cuenta con evidencia científica sólida basada en análisis químicos y la utilización de modelos *in vitro*, animales y humanos. Diversos estudios demuestran la presencia de una amplia variedad de moléculas bioactivas en el *shiitake*, tales como polisacáridos de alto peso molecular, glicoproteínas, terpenoides, proteínas fúngicas inmunomoduladoras, esteroides, fenoles, nucleótidos y sus derivados.

Actualmente, el *shiitake* es utilizado como un verdadero modelo dentro de los hongos comestibles con propiedades funcionales. Estas propiedades se han estudiado científicamente desde la época de los 1960s, principalmente por investigadores japoneses. Diversos compuestos se han logrado aislar, purificar, determinar su composición química, y estudiar en relación a sus efectos directos en la salud humana, constituyendo medicinas comercialmente disponibles con volúmenes de venta superiores a los 100 millones de dólares anuales, tan sólo en Japón.

### **a) Propiedades anticancerígenas**

Los polisacáridos de alto peso molecular (ramificados, estructura superior), así como otros compuestos bioactivos modulan e incrementan la respuesta del sistema inmunológico del organismo, lo que les confiere propiedades antitumorales. Se ha demostrado su capacidad para prevenir (31-83%), inhibir (73-97.5%), o incluso revertir (22-77%), la formación de tumores en



diversas investigaciones clínicas y experimentales. Su administración es normalmente por vía intraperitoneal en dosis de 0.2-25 mg/kg peso corporal, observándose efectos positivos dentro de las primeras 24 h y hasta por siete días. Asimismo, han demostrado enorme capacidad para prevenir cánceres inducidos viralmente o químicamente, así como metástasis cancerosa. Esto mediante la activación (maduración, diferenciación, proliferación) de macrófagos, linfocitos T, células T, interleukinas y otras células inmunológicas que modulan la liberación de citokinas.

Paralelamente, se han demostrado los efectos regenerativos de estos compuestos bioactivos a nivel celular, aliviando efectos secundarios derivados de los tratamientos convencionales contra el cáncer. Por ello constituyen una excelente alternativa natural para la recuperación de pacientes que reciben tratamientos de quimioterapia, radioterapia, y cirugías mayores. Se han estudiado los siguientes efectos regenerativos: 1) Incremento del número de leucocitos en sangre; 2) Recuperación de las funciones del sistema inmunológico del organismo; 3) Recuperación del apetito; 4) Reducción del dolor; 5) Efectos anti-eméticos; y 5) Detención de la caída del pelo.

### **b) El polisacárido “Lentinan”**

Término derivado del nombre científico del *shiitake*: *Lentinula*. Este compuesto fue aislado en 1970, y se trata de un  $\beta$ -(1,3)-glucano ramificado (2:5),  $(C_6H_{10}O_5)_n$ , con peso molecular  $4-8 \times 10^5$  Da, y estructura superior (triple hélice). La administración de este polisacárido antitumoral produce reacciones biológicas inmediatas, específicas y no específicas, a nivel celular, inmunológico y complementario. El “lentinan” estimula la producción de células antitumorales naturales, tales como las células T, células N-K (*natural-killer*), macrófagos citotóxicos, y anticuerpos. Los pacientes con cáncer gástrico, suministrados con sólo 2 mg de “lentinan” cada dos semanas, incrementaron más del 50% su producción de glóbulos blancos (macrófagos).

Es importante mencionar que el desarrollo de células cancerosas generalmente suprime la producción de células asociadas al sistema inmunológico. Por ello una estrategia fundamental para prevenir, tratar o revertir el cáncer consiste en estimular al máximo el sistema inmunológico de los pacientes. Esto puede lograrse a través de los polisacáridos aislados



del *shiitake*. En Japón, el “lentinan” ha prolongado eficazmente la sobrevivencia de pacientes con cáncer, principalmente gástrico y colorectal, en comparación con tratamientos convencionales de quimioterapia. Asimismo, prácticamente no se observa en los pacientes la toxicidad, ni las reacciones secundarias adversas, típicas de los tratamientos contra el cáncer. A nivel molecular, se ha logrado identificar la ubicación cromosómica de genes involucrados en otras respuestas inmunes inducidas por el “lentinan”, tales como el incremento de proteínas de fase aguda (APP: complejo haptoglobina-hemoglobina, hemopexina, haptoglobina) y la dilatación vascular.

#### **c) El “LEM” (*Lentinus edodes mycelium*)**

Es otro polisacárido bioactivo (conjugado proteico heteroglicano) aislado del *shiitake*, el cual se ha demostrado que inhibe la carcinogénesis del hígado en ratas mediante la activación del sistema inmunológico.

#### **d) El “KS-2”**

Se trata de un polisacárido (péptido  $\alpha$ -manana, con aminoácidos dentro de la cadena peptídica) aislado del *shiitake*, el cual es capaz de inducir la producción de interferón. De esta forma inhibe eficazmente el desarrollo del cáncer, particularmente del carcinoma de Ehrlich y del Sarcoma 180.

#### **e) Otros compuestos anticancerígenos**

Recientemente, también se han aislado otros compuestos potencialmente benéficos, tales como la tioprolina (134 mg/100 g *shiitake* seco), la cual tiene la capacidad de bloquear la formación de compuestos carcinogénicos *N*-nitrosos. Extractos termoestables de *shiitake* inhibieron eficazmente la proliferación del cáncer de mama, el más común que afecta a las mujeres, mediante la supresión de la actividad aromatasa. Se ha demostrado que esta enzima (complejo enzimático citocromo P<sub>450</sub>) está involucrada en la producción de estrógeno *in situ* que induce la proliferación de tumores de cáncer mamario en mujeres. Este prometedor estudio sugiere que el consumo de *shiitake* puede llegar a ser un alimento funcional importante en la quimioprevención del cáncer de mama en mujeres postmenopáusicas.



### **f) Propiedades antibióticas**

Al incrementar la respuesta del sistema inmunológico, se generan efectos antibióticos en el organismo. Un derivado del “lentinan” (sulfato de “lentinan”) también ha demostrado tener una potente actividad para suprimir la expresión e infección del virus de inmunodeficiencia humana (HIV). Otras propiedades antibióticas adicionales del “lentinan” y sus derivados incluyen efectos terapéuticos positivos contra bacterias (*Mycobacterium tuberculosis*; *Listeria monocytogenes*), virus (*Adenovirus* tipo 12; *Abelson virus*; *VSV-encefalitis virus*; *Herpes simplex I & II*), y parásitos (*Schistosoma mansoni*; *S. japonicum*; *Mesocostoides corti*). Por otro lado, el “LEM” también ha demostrado su capacidad para inhibir la infección *in vitro* del virus HIV, y actualmente es utilizado como parte del tratamiento contra el síndrome de inmunodeficiencia adquirida (SIDA). En estudios clínicos con 40 pacientes afectados por hepatitis B crónica, el LEM mejoró el funcionamiento del hígado y redujo la presencia del *Virus hepatitis B* en sangre. Otros compuestos antibacterianos también han sido identificados, tales como la lentinamicina A y B. Un extracto de *shiitake* demostró una reducción del 46% de lesión pulmonar ocasionada por el virus de la influenza, lo cual fue incluso más eficiente que algunas drogas comúnmente utilizadas en tratamientos médicos (40%). También detuvo la multiplicación del virus de la poliomielitis. Una fracción de ARN (*dsRNA*) demostró estar involucrada en la efectividad contra la infección del virus de la influenza A/ SW del ratón, mediante la inducción de interferón.

### **g) Propiedades que reducen el nivel de colesterol y la hipertensión**

Altos niveles de colesterol normalmente están asociados a la hipertensión y propensión a enfermedades cardiovasculares en el ser humano. La eritadenina ( $C_9H_{11}O_4N_5$ ) aislada del *shiitake* (600-700  $\mu\text{g/g}$ , base seca) tiene la capacidad de reducir eficazmente las concentraciones de colesterol, triglicéridos y fosfolípidos en suero sanguíneo. Se ha propuesto que este compuesto hipocolesterolémico, también conocido como “lentisina” o “lentinacina”, acelera la excreción y descomposición metabólica del colesterol ingerido por el organismo. Un efecto similar lo produce también la fibra dietética contenida en el *shiitake*. Un exo-polímero aislado del *shiitake*, administrado en una dosis de 200 mg/kg peso corporal, permitió reducir el nivel plasmático de colesterol total en 25.1%, mientras que el nivel de triglicéridos en 44.5%.



### **h) Propiedades antitrombóticas**

La “lentinacina”, un componente de bajo peso molecular de los ácidos nucleicos, ha demostrado tener una notable actividad antitrombótica, mediante la inhibición de la aglutinación de plaquetas.

### **i) Propiedades antidiabéticas**

Investigaciones recientes demostraron los efectos hipoglucémicos de un exo-polímero aislado del *shiitake*. Al administrarse en una dosis de 200 mg/kg peso corporal, se registró una reducción de hasta el 21.5% en el nivel de glucosa plasmática, así como un incremento de 22.1% en el nivel de insulina plasmática.

## **XI. Perspectivas**

Actualmente, se desarrollan intensamente diversos estudios de largo plazo con el *shiitake* en Japón, Norteamérica y Europa, para determinar propiedades medicinales más amplias y sus limitaciones, la epidemiología relacionada al consumo de *shiitake* como parte de la dieta, y los mecanismos específicos responsables de sus efectos en la salud humana. Asimismo, investigaciones más profundas para conocer los efectos metabólicos y mecanismos moleculares específicos que diversos compuestos bioactivos inducen a nivel celular, al consumir hongos comestibles de manera frecuente dentro de la dieta humana.

Mientras tanto, desde ahora es posible disfrutar y beneficiarse de todas las propiedades nutricionales y medicinales descritas, integradas y con efecto sinérgico, en un solo producto natural, el *shiitake*:

**Propiedades anticancerígenas**

**Propiedades antibióticas**

**Propiedades que reducen el nivel de colesterol y la hipertensión**

**Propiedades antitrombóticas**

**Propiedades antidiabéticas**

Las propiedades nutritivas y medicinales de cualquier alimento pueden ser afectadas de manera importante por la cantidad y calidad del producto. En este caso, diversos factores que podrían afectar la calidad del *shiitake* son: 1) La cepa cultivada; 2) El sustrato y las formas de cultivo; 3) Las condiciones



ambientales de producción; 4) El nivel de desarrollo del cuerpo fructífero al cosechar; 5) El manejo postcosecha; y 6) La manera de preparación, cocinado y consumo final del producto.

## XII. Agradecimientos

Se reconoce la valiosa colaboración de la bióloga Myrna Bonilla Quintero, la Sra. Gloria Castillo Carrera, la bióloga Araceli Largo Ximello, la bióloga Yolanda Mata Cerda, y el M.C. Daniel Nava López por haber desarrollado las recetas regionales a base de *shiitake*, así como diversas actividades académicas relevantes.

## XIII. Referencias bibliográficas

- Borchers, A. T., J. S. Stern, R. M. Hackman, C. L. Keen & M. E. Gershwin. 1999. Mushrooms, tumors, and immunity. *P. S. Experimental Biology and Medicine* 221: 281-293.
- Bourges, H. 1982. *Nutrición y alimentos, su problemática en México*. Ed. Continental, México, D.F. 100 pp.
- Chang, R. 1996. Functional properties of edible mushrooms. *Nutrition Reviews* 54: S91-S93.
- Chang, S. T. 1999. Global impact of edible and medicinal mushrooms on human welfare in the 21st century: nongreen revolution. *International Journal of Medicinal Mushrooms* 1: 1-7.
- Chang, S. T. 2002. Past and present trends in the production of *Lentinula edodes* in Asia. Proceed. IV International Conference on Mushroom Biology and Mushroom Products. Pp. 1-8. Cuernavaca, Mexico.
- Chang, S. T. & P. G. Miles. 2004. *Mushrooms: cultivation, nutritional value, medicinal effect, environmental impact*. CRC Press, Boca Raton. 451 pp.
- Grube, B. J., E. T. Eng, Y. C. Kao, A. Kwon & S. Chen. 2001. White button mushroom phytochemicals inhibit aromatase activity and breast cancer cell proliferation. *J. Nutr.* 131: 3288-3293.
- Kurtzman, R. H., Jr. 1997. Nutrition from mushrooms, understanding and reconciling available data. *Mycoscience* 38: 247-253.
- Martínez-Carrera, D. 1998. Oyster mushrooms. *McGraw-Hill Yearbook of Science & Technology* 99. McGraw-Hill, Inc., Nueva York. Pp. 242-245.
- Martínez-Carrera, D. 2002. Current development of mushroom biotechnology in Latin America. *Micol. Apl. Int.* 14: 61-74.
- Martínez-Carrera, D., R. Leben, P. Morales, M. Sobal & A. Larqué-Saavedra. 1991. Historia del cultivo comercial de los hongos comestibles en México. *Ciencia y Desarrollo* (CONACYT) 96: 33-43.
- Martínez-Guerrero, M. 2003. Desarrollo tecnológico para la producción intensiva de "shiitake" (*Lentinula edodes*), "hongo blanco" (*Lentinus lepideus*), y "reishi"



- (*Ganoderma* spp.), haciendo uso de subproductos de la actividad agrícola, forestal e industrial regional. BUAP, Instituto de Ciencias, Tesis Doctoral, Puebla.
- Mattila, P., K. Suonpää & V. Piironen. 2000. Functional properties of edible mushrooms. *Nutrition* 16: 694-696.
- Mayett, Y., D. Martínez-Carrera, M. Sánchez, A. Macías, S. Mora & A. Estrada. 2004. Consumption of edible mushrooms in developing countries: the case of Mexico. Pp. 687-696. In: C. P. Romaine, C. B. Keil, D. L. Rinker & D. J. Royse (Eds.). *Science and cultivation of edible and medicinal fungi*. Penn State University Press, U.S.A.
- Miles, P. G. & S. T. Chang. 1997. *Mushroom biology, concise basics and current developments*. World Scientific Publ., Singapore. 194 pp.
- Mizuno, T. 1995. Shiitake, *Lentinus edodes*: functional properties for medicinal and food purposes. *Food Reviews International* 11: 111-128.
- Mizuno, T., T. Sakai & G. Chihara. 1995. Health foods and medicinal usages of mushrooms. *Food Reviews International* 11: 69-81.
- Morales, P. & D. Martínez-Carrera. 1990. Cultivation of *Lentinula edodes* in Mexico. *Micol. Neotrop. Apl.* 3: 13-17.
- Morales, P., D. Martínez-Carrera & W. Martínez. 1991. Cultivo de shiitake sobre diversos substratos en México. *Micol. Neotrop. Apl.* 4: 75-81.
- Morales, P. & D. Martínez-Carrera. 1991. *Bursera* sawdust as a substrate for shiitake cultivation. *Micol. Neotrop. Apl.* 4: 41-47.
- Przybylowicz, P. & J. Donoghue. 1990. *Shiitake growers handbook*. Kendall/Hunt Publ. Co., Dubuque. 217 pp.
- Royse, D. J. 1997. Specialty mushrooms and their cultivation. *Hort. Review* 19: 59-97.
- Suzuki, S. & S. Ohshima. 1976. Influence of shii-ta-ke (*Lentinus edodes*) on human serum cholesterol. *Mushroom Science* 9: 463-467.
- Watt, B. K. & A. L. Merrill. 1975. *Composition of foods*. USDA, Agriculture handbook 8, Washington, D. C. 190 pp.
- Yang, B. K., D. H. Kim, S. C. Jeong, S. Das, Y. S. Choi, J. S. Shik, S. C. Lee & C. H. Song. 2002. Hypoglycemic effect of a *Lentinus edodes* exo-polymer produced from a submerged mycelial culture. *Biosci. Biotechnol. Biochem.* 66: 937-942.



**XIV. Apéndice. Recetario regional: ¿cómo cocinar el *shiitake*?**

En este recetario presentado a continuación, se describen diversas recetas que integran el *shiitake* a la cocina mexicana, preservando al máximo sus propiedades y brindando un sabor y aroma únicos que enriquecen la calidad de todos los platillos.

- \* Sopa de *shiitakes* navegantes
- \* Ensalada de *shiitakes* con nopales
- \* *Shiitakes* en salsa verde
- \* *Shiitakes* en estofado
- \* Coctel de *shiitakes*
- \* *Shiitakes* empanizados
- \* Crepas de *shiitake*
- \* Spaghetti con *shiitakes*
- \* Crema de *shiitakes*
- \* Quesadillas de *shiitakes*
- \* *Shiitakes* con huevo
- \* Tamales rellenos de *shiitake*
- \* *Shiitakes* a la cacerola
- \* *Shiitakes* en chile seco
- \* Pozole vegetariano con *shiitakes*
- \* *Shiitakes* a la pasilla
- \* *Shiitakes* al ajillo
- \* *Shiitakes* con queso fundido al tequila
- \* *Shiitakes* con rajas poblanas y crema
- \* *Shiitakes* enchipotlados
- \* *Shiitakes* enchipotlados con crema



## ***SOPA DE SHIITAKES NAVEGANTES***

**Tiempo de preparación: 30 minutos**

**Porciones: 6 personas**

### **Ingredientes**

*Shiitakes* frescos

Dientes de ajo grandes

Caldo de pollo ó consomé de pollo

Consomé de pollo

Epazote

Aceite de olivo (virgen extra)

Chile chipotle o chile serrano seco

Queso panela (rallado o en cuadritos)

Sal

### **Cantidad**

500 g

4

Al gusto

1 litro

Al gusto

2 cucharadas soperas

1-3

Al gusto

Al gusto

### **Modo de elaboración:**

**Preparación del platillo.** En una sartén se adiciona el ajo finamente picado y se acitrona en el aceite de olivo, junto con los chiles. Una vez que los ajos se vean transparentes, se agregan los *shiitakes* cortados longitudinalmente, se cocinan a fuego lento hasta que la textura de los hongos sea más suave (mover constantemente). Posteriormente, se agrega el consomé de pollo, los chiles serranos, el chile chipotle y el epazote cortado. Finalmente, se agrega sal al gusto y se deja hervir a fuego lento por otros 10 minutos. Se sirve bien caliente (puede agregarse queso panela rallado o en cuadros, al gusto).

***ENSALADA DE SHIITAKES CON NOPALES*****Tiempo de preparación: 30 minutos****Porciones: 6 personas**

| <b>Ingredientes</b>                | <b>Cantidad</b> |
|------------------------------------|-----------------|
| <i>Shiitakes</i> frescos           | 500 g           |
| Dientes de ajo medianos            | 3               |
| Nopales                            | 500 g           |
| Tomate rojo                        | 250 g           |
| Cebolla mediana                    | 1               |
| Rollito de cilantro                | 1               |
| Aceite de olivo (virgen extra)     | 2 cucharadas    |
| Chiles serranos picados (opcional) | 2               |
| Limón, pimienta y sal              | Al gusto        |

**Modo de elaboración:**

**Precocción de los nopales.** Se ponen a cocer los nopales lavados, cortados longitudinalmente, en una olla con agua hirviendo y se agregan una o dos cucharaditas de sal. Se dejan hervir por 10 minutos. Una vez que los nopales adquieren una textura más suave, se escurren.

**Preparación del platillo.** En una sartén se adicionan los ajos finamente picados y se acitronan con aceite de olivo. Una vez que se vean transparentes, se agregan los *shiitakes* cortados en cuadritos y se dejan sazonar hasta que su textura sea más suave (mover constantemente). Posteriormente, en un platón para ensaladas se colocan los *shiitakes* sazonados, los nopales cocidos, la cebolla picada, el tomate picado, el cilantro picado (desinfectado), y los chiles serranos (opcional). Se adereza la ensalada con pimienta, sal, limón y aceite de olivo al gusto.



## ***SHIITAKES EN SALSA VERDE***

**Tiempo de preparación: 20 minutos**

**Porciones: 6 personas**

| <b>Ingredientes</b>            | <b>Cantidad</b> |
|--------------------------------|-----------------|
| <i>Shiitakes</i> frescos       | 500 g           |
| Dientes de ajo                 | 2               |
| Tomate verde                   | 500 g           |
| Cebolla mediana                | 1               |
| Cilantro                       | Al gusto        |
| Chiles serranos                | 5               |
| Aceite de olivo (virgen extra) | 2 cucharadas    |
| Consomé de pollo               | 2 cucharadas    |
| Hoja santa o acuyo (opcional)  | Al gusto        |
| Sal                            | Al gusto        |

### **Modo de elaboración:**

**Preparación del platillo.** En una cacerola con tapa se coloca el aceite de olivo y se agrega la salsa verde ya preparada (el tomate lavado se licua con la cebolla, el ajo, los chiles, el cilantro, y el acuyo). Posteriormente, se agrega el consomé y se deja sazonar la salsa. Después se añaden inmediatamente los *shiitakes* cortados en cuadritos y sal al gusto, dejando hervir el guisado hasta que alcancen una textura más suave (mover constantemente). Dejar sazonado el guisado a fuego lento por otros 10 minutos, tapando la cacerola.

***SHIITAKES EN ESTOFADO*****Tiempo de preparación: 30 minutos****Porciones: 6 personas**

| <b>Ingredientes</b>            | <b>Cantidad</b> |
|--------------------------------|-----------------|
| <i>Shiitakes</i> frescos       | 500 g           |
| Tomate rojo                    | 500 g           |
| Cebolla mediana picada         | 1               |
| Dientes de ajo medianos        | 3               |
| Cebollitas cambray             | 1 rollo         |
| Aceite de olivo (virgen extra) | 2 cucharadas    |
| Pasitas                        | Al gusto        |
| Aceitunas picadas              | 10              |
| Almendras ralladas             | 10              |
| Consomé                        | 2 cucharadas    |
| Ramas de perejil picado        | 2               |
| Pimienta                       | Al gusto        |
| Sal                            | Al gusto        |

**Modo de elaboración:****Preparación de los *shiitakes*.** Se cortan longitudinalmente.

**Preparación del platillo.** En una cacerola se adiciona el aceite de olivo y se agrega la cebollita cambray picada, el ajo picado, la cebolla picada, así como el tomate picado. Si el tomate está un poco seco, puede adicionarse un poco de agua. Se sazona la mezcla por unos minutos y se adicionan las aceitunas, las almendras y las pasitas picadas, así como el perejil, una pizca de pimienta y sal al gusto. Posteriormente, se añaden los *shiitakes* cortados longitudinalmente y se dejan sazonar hasta que tengan una textura más suave (mover constantemente). Puede también agregarse consomé para sazonar, de manera opcional. Dejar sazonando a fuego lento por otros 20 minutos, tapando la cacerola.



## *COCTEL DE SHIITAKES*

**Tiempo de preparación: 30 minutos**

**Porciones: 6 personas**

### **Ingredientes**

*Shiitakes* frescos

Aceite de olivo (virgen extra)

Refresco de naranja

Rollito de cilantro picado

Cebolla picada

Ajos picados

Aguacates

Salsa catsup

Limones

Galletas saladas

Sal

### **Cantidad**

500 g

2 cucharadas soperas

1 taza

1

Al gusto

3

2

1 botella chica

2

1 paquete

Al gusto

### **Modo de elaboración:**

**Preparación de los *shiitakes*.** Se cortan en cuadritos.

**Preparación del platillo.** En una sartén se adicionan los ajos finamente picados y se acitronan en aceite de olivo. Una vez que se vean transparentes, se agregan los *shiitakes* cortados en cuadritos poniéndolos a fuego lento hasta tengan una textura más suave (mover constantemente). En un refractario pequeño, se coloca la salsa catsup y se mezcla con una taza de refresco de naranja. Posteriormente, se coloca la cebolla, el aguacate y el cilantro picado desinfectado. Finalmente, se adicionan los *shiitakes*, la sal, y se adereza con jugo de limón y aceite de olivo al gusto. Se recomienda servirse con galletas saladas.

***SHIITAKES EMPANIZADOS*****Tiempo de preparación: 30 minutos****Porciones: 6 personas**

| <b>Ingredientes</b>      | <b>Cantidad</b> |
|--------------------------|-----------------|
| <i>Shiitakes</i> frescos | 500 g           |
| Bolsa de pan molido      | 1               |
| Dientes de ajo medianos  | 3               |
| Huevos enteros           | 3               |
| Paquete de harina        | 1               |
| Aceite                   | 200 ml          |
| Vinagre de manzana       | 2 cucharadas    |
| Pimienta entera          | 15-20 pimientas |
| Sal                      | Al gusto        |

**Modo de elaboración:****Preparación de los *shiitakes*.** Enteros y sin cocer.

**Preparación del platillo.** En un molcajete se muelen las pimientas, los ajos, la sal y el vinagre. Con dicha mezcla, se marinan los *shiitakes* crudos. Posteriormente, los *shiitakes* se bañan con harina, después con huevo batido, y se empanizan con pan molido. En una sartén se coloca el aceite, y cuando esté bien caliente se comienzan a freír los *shiitakes* empanizados hasta dorarse un poco. Los *shiitakes* fritos se escurren en una servilleta de papel y se sirven con ensalada.



## ***CREPAS DE SHIITAKE***

**Tiempo de preparación: 30 minutos**

**Porciones: 6 personas**

| <b>Ingredientes</b>            | <b>Cantidad</b> |
|--------------------------------|-----------------|
| <i>Shiitakes</i> frescos       | 500 g           |
| Crepas (tortillas de harina)   | 12              |
| Cebolla                        | 1               |
| Dientes de ajo                 | 3               |
| Consomé o caldo de pollo       | Al gusto        |
| Aceite de olivo (virgen extra) | 2 cucharadas    |
| Salsa de soya                  | Al gusto        |
| Leche evaporada                | 1 lata          |
| Mantequilla                    | 1 barra         |
| Pimienta y sal                 | Al gusto        |

### **Modo de elaboración:**

**Preparación de ingredientes.** Se preparan la mitad de los *shiitakes* fritos con el ajo y la cebolla picada en aceite de olivo. Puede agregarse salsa de soya al gusto. La otra mitad de los *shiitakes* se hierven hasta tengan una textura suave y se licuan perfectamente con la leche, el consomé, la cebolla picada, la sal y la pimienta al gusto, para lograr una crema que se sazona con una cucharada de mantequilla.

**Preparación del platillo.** Las crepas se calientan en el comal sin quemarse, es decir, deben estar suaves y no partirse. Se doblan a la mitad y se rellenan con los *shiitakes* guisados, se van acomodando en un refractario (cubierto por dentro con una ligera capa de mantequilla) y se cubren con la crema de *shiitakes* preparada anteriormente. Se sirven al momento o pueden calentarse en el horno microondas.



***SPAGHETTI CON SHIITAKES***

**Tiempo de preparación: 30 minutos**

**Porciones: 6 personas**

| <b>Ingredientes</b>            | <b>Cantidad</b> |
|--------------------------------|-----------------|
| <i>Shiitakes</i> frescos       | 500 g           |
| Spaghetti                      | 400 g           |
| Tocino                         | 200 g           |
| Dientes de ajo                 | 4               |
| Aceite de olivo (virgen extra) | 2 cucharadas    |
| Aceite comestible              | 1 cucharada     |
| Queso parmesano rallado        | 100 g           |
| Sal                            | Al gusto        |

**Modo de elaboración:**

**Preparación de los ingredientes.** Se corta el tocino en pequeños trozos. Los *shiitakes* se cortan longitudinalmente. Los ajos se pican finamente.

**Preparación de la pasta.** Se pone a cocer el spaghetti en agua con una cucharada de sal y una cucharada de aceite comestible. Una vez cocido, el spaghetti se deja escurrir.

**Preparación del platillo.** Se pone a freír el tocino, el ajo y los *shiitakes* en aceite de olivo hasta que estén bien cocidos. Se coloca el spaghetti en un refractario y se baña con el guisado de *shiitakes* y tocino. Al servir, se adiciona queso parmesano al gusto.



## ***CREMA DE SHIITAKES***

**Tiempo de preparación: 20 minutos**

**Porciones: 6 personas**

| <b>Ingredientes</b>      | <b>Cantidad</b> |
|--------------------------|-----------------|
| <i>Shiitakes</i> frescos | 300 g           |
| Cebolla                  | 1               |
| Harina o maicena         | 2 cucharadas    |
| Diente de ajo            | 1               |
| Mantequilla              | 2 cucharadas    |
| Consomé o caldo de pollo | 1 litro         |
| Leche evaporada          | 1 lata          |
| Sal y pimienta           | Al gusto        |

### **Modo de elaboración:**

**Preparación de los ingredientes.** Se ponen a hervir los *shiitakes* hasta que tengan una textura más suave, luego se licuan junto con la mitad de la cebolla picada y el diente de ajo al gusto.

**Preparación del platillo.** En una cacerola se derrite la mantequilla, se le agrega el resto de la cebolla picada y la maicena sazonando por unos minutos. Se adiciona la mitad de la leche e, inmediatamente, se le agregan los *shiitakes* licuados, el consomé, la sal y la pimienta. Se espera el primer hervor y se apaga el fuego, para evitar la formación de natas.



## ***QUESADILLAS DE SHIITAKES***

**Tiempo de preparación: 20 minutos**

**Porciones: 6 personas**

| <b>Ingredientes</b>       | <b>Cantidad</b> |
|---------------------------|-----------------|
| <i>Shiitakes</i> frescos  | 300 g           |
| Dientes de ajo            | 3               |
| Cebolla                   | 1               |
| Epazote                   | 1 manojo        |
| Chile jalapeño picado     | 3               |
| Queso de hebra            | 250 g           |
| Aceite comestible         | 1 cucharada     |
| Tortillas grandes de maíz | 8               |
| Pimienta y sal            | Al gusto        |

### **Modo de elaboración:**

**Preparación de los ingredientes.** El ajo finamente picado se acitrona y se le agregan los *shiitakes*, la cebolla picada, el chile y el epazote finamente picado (desinfectado). Se sazona con sal y pimienta.

**Preparación del platillo.** Las tortillas se ponen en un comal a calentar con un poco de aceite comestible, se rellenan con los *shitakes* ya preparados y se adiciona el queso de hebra. Se dejan cocinar hasta que se funda el queso.



## ***SHIITAKES CON HUEVO***

**Tiempo de preparación: 20 minutos**

**Porciones: 6 personas**

| <b>Ingredientes</b>            | <b>Cantidad</b> |
|--------------------------------|-----------------|
| <i>Shiitakes</i> frescos       | 200 g           |
| Cebolla pequeña                | 1               |
| Chile jalapeño                 | 1               |
| Epazote                        | Al gusto        |
| Dientes de ajo chicos          | 4               |
| Aceite comestible              | 4 cucharadas    |
| Aceite de olivo (virgen extra) | 1 cucharada     |
| Huevos                         | 8               |
| Sal                            | Al gusto        |

### **Modo de elaboración:**

**Preparación de los ingredientes.** Se pican el ajo, la cebolla y el chile, y se ponen a freír con una cucharada de aceite de olivo. Después se agregan los *shiitakes* cortados. El epazote se desinfecta y se pica finamente.

**Preparación del platillo.** En un recipiente, se batan los huevos y se le agregan todos los ingredientes preparados, es decir, los *shiitakes* fritos con el ajo, la cebolla, el chile y el epazote picado. Se agrega sal al gusto. La mezcla se fríe en el aceite comestible, los huevos deben de quedar bien cocidos y pueden acompañarse con pan o con tortilla.

**TAMALES RELLENOS DE *SHIITAKE*****Tiempo de preparación: 120 minutos****Porciones: 6 personas**

| <b>Ingredientes</b>      | <b>Cantidad</b>      |
|--------------------------|----------------------|
| <i>Shiitakes</i> frescos | 500 g                |
| Masa                     | 1 kg                 |
| Manteca                  | 250 g                |
| Hoja de maíz             | 1 rollo              |
| Salsa verde o roja       | Al gusto             |
| Tomates                  | 500 g                |
| Cebolla pequeña          | 1                    |
| Ajos                     | 2                    |
| Chile                    | Al gusto             |
| Sal                      | Al gusto             |
| Royal                    | 2 cucharadas soperas |
| Caldo de pollo           | 1 litro              |
| Aceite comestible        | 2 cucharadas         |

**Modo de elaboración:**

**Preparación del contenido de los tamales.** La salsa previamente elaborada (tomates, cebolla, ajos, chile) se fríe en el aceite, se sazona con sal y se le agregan los *shiitakes* cortados longitudinalmente. Sazonar hasta que los *shiitakes* estén cocidos.

**Preparación del tamal.** Se limpian y remojan las hojas, luego se lavan y se escurren. Posteriormente, se amasa perfectamente la masa junto con la manteca y se le agrega un poco de caldo para que adquiera textura espesa. A la masa se le adiciona la sal y el royal. Se toma una hoja y se le coloca una cucharada grande de masa y la salsa con los hongos para rellenarla. Se cierra o se amarra el tamal, a conveniencia, y se van colocando dentro de una vaporera. Los tamales así preparados se ponen a cocer durante más de 120 minutos, para después enfriarse y servirse.



## ***SHIITAKES A LA CACEROLA***

**Tiempo de preparación: 25 minutos**

**Porciones: 6 personas**

| <b>Ingredientes</b>                                    | <b>Cantidad</b>         |
|--------------------------------------------------------|-------------------------|
| <i>Shiitakes</i> frescos                               | 500 g                   |
| Tomate rojo                                            | 1 kg                    |
| Ensalada de verduras<br>(zanahorias, chícharos, papas) | 1 lata de 250 g         |
| Dientes de ajo                                         | 2                       |
| Cebolla mediana                                        | 1                       |
| Aceitunas rellenas de pimiento                         | 2 bolsitas de 100 g c/u |
| Hierbas de olor                                        | Al gusto                |
| Chiles en escabeche                                    | 1 lata de 220 g         |
| Consomé en polvo                                       | 1 cucharada             |
| Perejil                                                | 2 ramitas               |
| Sal                                                    | Al gusto                |

### **Modo de elaboración:**

**Preparación de los *shiitakes*.** Se lavan y se cortan longitudinalmente. Posteriormente, se fríen con sal y una cucharada de consomé. Se dejan cocer por 10 minutos.

**Preparación del platillo.** En una cacerola se acitrona el ajo y la cebolla, se agrega el tomate molido, la ensalada de verduras, las hierbas de olor y sal. Se deja sazonar un poco y se agrega el perejil, las aceitunas, los chiles y finalmente los *shiitakes*.

***SHIITAKES EN CHILE SECO*****Tiempo de preparación: 45 minutos****Porciones: 6 personas**

| <b>Ingredientes</b>      | <b>Cantidad</b> |
|--------------------------|-----------------|
| <i>Shiitakes</i> frescos | 500 g           |
| Chile chipotle           | 6               |
| Chile morita picante     | 6               |
| Chile de árbol           | 6               |
| Chile ancho picante      | 6               |
| Ajos medianos            | 5               |
| Cebolla picada           | 2 cucharadas    |
| Epazote                  | 3 ramitas       |
| Tomate rojo              | 4               |
| Aceite comestible        | 2 cucharadas    |
| Sal                      | Al gusto        |

**Modo de elaboración:**

**Preparación de los ingredientes.** Cortar los *shiitakes* transversal o longitudinalmente. Picar finamente los ajos.

**Preparación del platillo.** En una sartén y/o cazuela acitronar todos los chiles sin semillas, la cebolla y los ajos. Moler todos los chiles con el tomate y un diente de ajo, freír la salsa en la sartén. Una vez frita la salsa, añadir los *shiitakes* y una cucharada de ajos finamente picados, tapándolos para sazónarlos en su mismo jugo. El guiso debe moverse constantemente y ya que esté un poco seco, se adiciona la rama de epazote y sal al gusto, se continúa sazonando hasta que se haya evaporado la mayor parte del agua. El guisado debe de quedar seco y los *shiitakes* completos. Se recomienda servir en una cazuela de barro.



## ***POZOLE VEGETARIANO CON SHIITAKES***

**Tiempo de preparación: 60 minutos**

**Porciones: 6 personas**

| <b>Ingredientes</b>          | <b>Cantidad</b>                     |
|------------------------------|-------------------------------------|
| <i>Shiitakes</i> frescos     | 500 g                               |
| Maíz pozolero (precocido)    | 500 g                               |
| Caldo de pollo (o res)       | 2 litros                            |
| Chile guajillo picoso        | 100 g                               |
| Tomate rojo asado            | 250 g                               |
| Cebollas medianas            | 2                                   |
| Dientes de ajo grandes       | 2                                   |
| Lechuga pequeña              | 1                                   |
| Rabanitos                    | 1 manojo                            |
| Hierbas de olor              | 1 manojo (tomillo, orégano, laurel) |
| Limonas                      | Al gusto                            |
| Orégano molido               | Al gusto                            |
| Aceite comestible            | 2 cucharadas                        |
| Tostadas de maíz             | 1 paquete                           |
| Sal, pimienta, salsa picante | Al gusto                            |

### **Modo de elaboración:**

**Preparación de los hongos.** Cortar los *shiitakes* longitudinalmente.

**Preparación del platillo.** Se pone a cocer el maíz pozolero en el caldo junto con la cebolla, el ajo y el manojo de hierbas de olor, el maíz revienta una vez que está cocido. Las hierbas de olor se eliminan después de cocido el maíz. Inmediatamente, se agregan los *shiitakes*, sal al gusto, y se espera hasta lograr su cocimiento. Por otro lado, los chiles se suavizan en agua caliente y se muelen junto con los tomates asados y pelados, un ajo y un pedazo de cebolla, y se frien en 2 cucharadas de aceite. La salsa se sazona muy bien, y posteriormente se agrega al pozole. Se deja hervir 5 minutos. Se sirve bien caliente, colocando en recipientes por separado cebolla picada, lechuga rebanada, rabanitos, así como también orégano molido, pimienta y salsa picante. Se recomienda acompañar con tostadas de maíz.



***SHIITAKES A LA PASILLA*****Tiempo de preparación: 40 minutos****Porciones: 6 personas**

| <b>Ingredientes</b>      | <b>Cantidad</b>                     |
|--------------------------|-------------------------------------|
| <i>Shiitakes</i> frescos | 500 g                               |
| Chile pasilla            | 6                                   |
| Dientes de ajo           | 2                                   |
| Cebolla chica            | 1                                   |
| Epazote                  | 10 hojas                            |
| Hierbas de olor          | 1 manojo (tomillo, orégano, laurel) |
| Aceite comestible        | 2 cucharadas                        |
| Sal                      | Al gusto                            |

**Modo de elaboración:**

**Preparación de los ingredientes.** En una olla con agua hirviendo se agregan hierbas de olor y los *shiitakes* durante cuatro minutos. Se dejan enfriar y escurrir, y se eliminan las hierbas de olor. Los chiles se limpian, se cortan en trozos pequeños, se ponen a tostar, se hierven por 10 minutos y se muelen junto con la cebolla y el ajo.

**Preparación del platillo.** En una sartén con aceite caliente se sazona la salsa y se le agregan los *shiitakes* preparados, se dejan a fuego lento por 10 minutos. Posteriormente, se agregan las hojas de epazote y la sal al gusto, y se continúa sazonando a fuego lento por otros 5 minutos.



## ***SHIITAKES AL AJILLO***

**Tiempo de preparación: 20 minutos**

**Porciones: 6 personas**

### **Ingredientes**

*Shiitakes* frescos

Dientes de ajo

Aceite de oliva (virgen extra)

Chile guajillo

Hierbas de olor

Sal

### **Cantidad**

500 g

10

Al gusto

150 g

1 manojo (tomillo, orégano, laurel)

Al gusto

### **Modo de elaboración:**

**Preparación de los ingredientes.** En una olla con agua hirviendo se agregan hierbas de olor y los *shiitakes*, se dejan hervir durante cuatro minutos. Después se dejan enfriar y escurrir, y se eliminan las hierbas de olor. Los ajos se cortan transversalmente y los chiles guajillos se cortan en rodajas.

**Preparación del platillo.** En una sartén con aceite de oliva caliente se acitronan los ajos. Después se agregan las rodajas del chile guajillo y se dejan freír por tres minutos. Posteriormente, se agregan los *shiitakes*, sal al gusto, y se dejan sazonar por 10 minutos.

***SHIITAKES CON QUESO FUNDIDO AL TEQUILA*****Tiempo de preparación: 50 minutos****Porciones: 6 personas**

| <b>Ingredientes</b>      | <b>Cantidad</b>                     |
|--------------------------|-------------------------------------|
| <i>Shiitakes</i> frescos | 500 g                               |
| Tomate rojo              | 4                                   |
| Chiles verdes serranos   | 6                                   |
| Cebolla chica            | 1                                   |
| Leche de vaca            | 100 ml                              |
| Queso parmesano rallado  | 250 g                               |
| Queso oaxaca rallado     | 100 g                               |
| Queso gouda rallado      | 200 g                               |
| Tequila reposado         | 40 ml                               |
| Hierbas de olor          | 1 manojo (tomillo, orégano, laurel) |
| Aceite comestible        | 2 cucharadas                        |
| Sal                      | Al gusto                            |

**Modo de elaboración:**

**Preparación de los ingredientes.** En una olla con agua hirviendo se agregan hierbas de olor y los *shiitakes*, se dejan hervir durante cuatro minutos. Después se dejan enfriar y escurrir, y se eliminan las hierbas de olor. Los tomates, la cebolla y los chiles verdes serranos se pican finamente.

**Preparación del platillo.** Posteriormente, en una sartén con aceite caliente se agregan los tomates, la cebolla y los chiles verdes serranos preparados. Una vez que se hayan sazonado y secado, se añade el tequila para flamearlo. Al apagarse la flama, se agregan los tres quesos, los *shiitakes* preparados, sal al gusto, y la leche, moviéndolos constantemente hasta lograr una mezcla homogénea y cremosa.



## ***SHIITAKES CON RAJAS POBLANAS Y CREMA***

**Tiempo de preparación: 45 minutos**

**Porciones: 6 personas**

### **Ingredientes**

*Shiitakes* frescos

Chiles poblanos

Crema pura de vaca

Epazote

Cebolla mediana

Hierbas de olor

Aceite comestible

Sal

### **Cantidad**

500 g

300 g

250 ml

10 hojas

1

1 manojo (tomillo, orégano, laurel)

2 cucharadas

Al gusto

### **Modo de elaboración:**

**Preparación de los ingredientes.** En una olla con agua hirviendo se agregan hierbas de olor y los *shiitakes*, se dejan hervir durante cuatro minutos. Después se dejan enfriar y escurrir, y se eliminan las hierbas de olor. Los chiles deben tostarse, se limpian y se cortan en rajas delgadas. La cebolla se corta en rodajas.

**Preparación del platillo.** En una sartén con aceite caliente se acitrona la cebolla y se agregan las rajas poblanas hasta que tengan una textura más suave. Después, se añaden los *shiitakes* y se dejan a fuego medio por 10 minutos. Posteriormente, se agrega la crema, las hojas de epazote y la sal al gusto. Se continúa hirviendo a fuego lento por otros 10 minutos, removiendo constantemente.

***SHIITAKES ENCHIPOTLADOS*****Tiempo de preparación: 25 minutos****Porciones: 6 personas**

| <b>Ingredientes</b>      | <b>Cantidad</b>                     |
|--------------------------|-------------------------------------|
| <i>Shiitakes</i> frescos | 500 g                               |
| Chipotles                | 10                                  |
| Tomate rojo              | 3                                   |
| Dientes de ajo           | 2                                   |
| Cebolla mediana          | 1                                   |
| Hierbas de olor          | 1 manojo (tomillo, orégano, laurel) |
| Aceite comestible        | 2 cucharadas                        |
| Sal                      | Al gusto                            |

**Modo de elaboración:**

**Preparación de los ingredientes.** En una olla con agua hirviendo se agregan hierbas de olor y los *shiitakes*, se dejan hervir durante cuatro minutos. Después se dejan enfriar y escurrir, y se eliminan las hierbas de olor. En otra olla, se pone a hervir agua y se agregan los tomates y los chipotles, una vez cocidos se muelen junto con la cebolla y el ajo.

**Preparación del platillo.** En una sartén con aceite caliente se fríe la salsa preparada por diez minutos. Inmediatamente después, se agregan los *shiitakes* y sal al gusto, dejando freír por otros cinco minutos.



## ***SHIITAKES ENCHIPOTLADOS CON CREMA***

**Tiempo de preparación: 40 minutos**

**Porciones: 6 personas**

| <b>Ingredientes</b>      | <b>Cantidad</b>                     |
|--------------------------|-------------------------------------|
| <i>Shiitakes</i> frescos | 500 g                               |
| Chipotles                | 10                                  |
| Tomate rojo              | 3                                   |
| Dientes de ajo           | 2                                   |
| Cebolla mediana          | 1                                   |
| Crema pura de vaca       | 1 taza                              |
| Hierbas de olor          | 1 manojo (tomillo, orégano, laurel) |
| Sal                      | Al gusto                            |

### **Modo de elaboración:**

**Preparación de los ingredientes.** En una olla con agua hirviendo se agregan hierbas de olor y los *shiitakes*, se dejan hervir durante cuatro minutos. Después se dejan enfriar y escurrir, y se eliminan las hierbas de olor. En otra olla, se pone a hervir agua y se agregan los tomates y los chipotles, una vez cocidos se muelen junto con la cebolla y el ajo.

**Preparación del platillo.** En una sartén con aceite caliente se fríe la salsa preparada por diez minutos. Inmediatamente después, se agregan los *shiitakes*, la crema y sal al gusto, dejando freír por otros cinco minutos.



Ensalada de *shiitakes* con nopales



*Shiitakes* enchipotlados



## **El consumo de alimentos naturales es la base de la salud humana**

Los hongos comestibles constituyen un reino de la naturaleza, independiente de las plantas y los animales, con características y propiedades únicas que son benéficas para el cuerpo humano

### **El *shiitake* (*Lentinula edodes*)**



### **Los champiñones (*Agaricus*)**



### **Las setas (*Pleurotus*)**



## **Incluye un recetario regional sobre ¿cómo cocinar el *shiitake*?**



Sopa de *shiitakes* navegantes



*Shiitakes* en salsa verde