



## Posibilidades presentes y futuras de la biotecnología en el cultivo de hongos superiores (sub-Reino Dikarya)

### Eduardo Chalbaud

Facultad de Ciencias  
Departamento de Biología  
Universidad de los Andes (ULA)  
orcid: 00000002-1567-8151  
chalbaud.eduardo09@gmail.com  
Mérida- Venezuela

### Leticia Mogollón

Universidad Politécnica Territorial de Mérida "Kléber Ramírez" (UPTMKR)  
Coordinación de Fomento de Investigación y Creación Intelectual (FICI)  
Grupo de Investigación de Nanotecnología (GINANO)  
orcid:0000-0002-5129-1966  
leticiamogollon@gmail.com  
Mérida- Venezuela

**Fecha de recepción: 09-10-2020**

**Fecha de aceptación: 15-11-2020**

### Resumen

Frecuentemente se ignoran los potenciales de microorganismos como los hongos superiores, que como descomponedores son una parte intrínseca y transcendental para la existencia y restauración de los ecosistemas, manteniendo los ciclos tróficos del carbono, nitrógeno y azufre, y el transporte de los nutrientes indispensables para la existencia de los biosistemas debido a alta variedad de sistema de enzimas hidrolíticas que liberan al ambiente; funciones útiles para en el desarrollo de la biotecnología agropecuaria y sus posibilidades de aplicación en otras áreas de la actividad industrial, como es el sector agroalimentario, farmacológico,

medicinal y ambiental. Sin embargo, por la importancia de su contribución en la producción de alimentos de alto valor nutricional, la recuperación y control de la contaminación del medio ambiente, el reforzamiento del cuidado de la salud por sus sustancias biológicas activas y el desarrollo de una actividad productiva económicamente rentable; demuestra que la bioconversión de las abundantes materiales lignocelulósicos de desecho agrícolas e industriales por medio del cultivo de hongos comestibles y medicinal es acertada su clasificación como una "agroecología no verde".

### **Palabras clave:**

***Agroecología no verde; biotecnología; hongos comestibles***



## Present and future possibilities of Biotechnology in the cultivation of higher mushrooms (sub-Kingdom Dikarya)

### Abstract

Frequently the potentials of microorganisms such as higher fungi are ignored, which as decomposers are an intrinsic and transcendental part for the existence and restoration of ecosystems, maintaining the trophic cycles of carbon, nitrogen and sulfur, and the transport of essential nutrients for the existence of biosystems due to the high variety of hydrolytic enzyme system that they release into the environment; useful functions for the development of agricultural biotechnology and its application possibilities in other areas of industrial activity, such as the agri-food, pharmacological, medicinal and

environmental sectors. However, due to the importance of its contribution in the production of foods of high nutritional value, the recovery and control of environmental contamination, the reinforcement of health care due to its active biological substances and the development of an economically productive activity. profitable; shows that the bioconversion of the abundant lignocellulosic agricultural and industrial waste materials by means of the cultivation of edible and medicinal mushrooms is correct its classification as a "non-green agroecology".

### *Keywords:*

*Non-green agroecology; biotechnology;  
edible mushrooms*



## Introducción

Los hongos son el segundo grupo eucarionte más numerosos después de los insectos, clasificados dentro del Reino Fungí, por ser microorganismos descomponedores de nutrición heterotrófica por absorción y tener una pared celular de quitina; que conforman una parte intrínseca y transcendental para la existencia y restauración de los ecosistemas, manteniendo los ciclos tróficos del carbono, nitrógeno y azufre, y el transporte de los nutrientes indispensables para la existencia de los biosistemas debido a alta variedad de sistema enzimas hidrolíticas que liberan al ambiente (Moore-Landecker, 1996; Palm y Chabela, 1997).

El Reino Fungí esta presente en la naturaleza como microorganismos saprófitos, parásitos facultativos y obligados, y en asociación simbióticas conformando a los líquenes o las micorrizas (Guzmán, 1998); caracterizados por la producción de esporas, crecer formando filamentos septados ramificados llamados "hifas" que conforman un agregado denominado "micelio" de crecimiento apical en redes filamentosas de masas algodonosas y radiales, que les permiten un mejor aprovechamiento de los nutrientes del medio ambiente; con la capacidad de almacenamiento de polisacáridos como trehalosa y glucógeno; y tienen ciclo de vida que contempla la re-

producción sexual y/o asexual (Malloch et al., 1980; Guzmán et al., 1993). Razones por las que algunas especies presentan interesantes propiedades como alimento y medicinas, que desde tiempos remotos han fascinado al ser humano despertando curiosidad por su estudio y consumo, y hoy día son una parte importante de la cultura agroalimentaria en muchos países, como un rubro de alto valor nutricional y medicinal aprovechado por las civilizaciones más importantes de la historia (Vedder, 1986).

En la actualidad, el mundo destaca el estudio de los hongos (micología) por el potencial de sus aplicaciones biotecnológicas que derivan de la amplia diversidad metabólica de los hongos; llamando la atención la biotecnología de los hongos superiores (subReino Dikarya), destacando la producción de alimentos como los hongos comestible, e importantes productos bioactivos incluyendo los sistemas enzimáticos que en procesos industriales permiten la sustitución de métodos electroquímicos que emplean el uso de ácidos fuertes y metales pesados por la catálisis enzimática de oxidoreductasas de hongos, sustancias biológicas activas con propiedades medicinales y farmacológicas; rubros y productos que para muchos países resultan en aportes importantes a la economía, protección ambiental y

la seguridad alimentaria.

Ante la diversidad de aplicaciones de la biotecnología de los hongos superiores, a países en vías en desarrollo como la República Bolivariana de Venezuela resulta una línea de investigación de importante potencial agroecológico y económico, que ha atraído desde 1995 el interés de profesionales en distintas áreas del conocimiento, partiendo en la Universidad de Los Andes, con el postgrado "Postgrado en Biotecnología de Microorganismos" de la Facultad de Ciencias, con investigaciones en la producción por fermentación de estado sólido (FES) de hongos comestibles como el champiñón ostra (*Pleurotus ostreatus*) en desechos agroindustriales (Mercado, 1995), línea que se continúa hasta la actualidad con trabajos especiales de grado enfocados a la caracterización taxonómica y fisiológica de *P. ostreatus*, así como las técnicas de producción por FES y fermentación líquida sumergida (FLS) (Chalraud, 2015; Díaz, 2016; Pérez, 2019), propuestas de atención a la caracterización del cultivo de hongos superiores y enfocadas, no sólo en la adopción de conocimientos y la investigación de posibilidades tecnológicas a través de la realización de proyectos de investigación, sino también en la formación de nuevos profesionales, suministrando conocimiento e in-



formación actualizada en este área poco explorada en el país.

En el presente trabajo se hace una recopilación de las posibilidades presentes y futuras de la biotecnología en el cultivo de hongos superiores, comenzando con la conceptualización del cultivo de hongos comestibles, las tecnología a futuro de la producción de hongos comestibles, el valor nutricional de los hongos comestibles, los atributos medicinales de los hongos, uso de los hongos para mejorar la calidad de otros alimentos, la biorremediación con hongos, potenciadores de las enzimas fúngicas y como esta tecnología establece la "agroecología no-verde".

### **El cultivo de los hongos**

En el mundo actualmente a los país se le dificulta cada día más asegurar la soberanía y seguridad alimentaria, por la necesidad de producción de alimentos en espacios cada vez más reducidos ante la sobrepoblación mundial, la contaminación y el cambio climático; sin afectar la cantidad ni la calidad del producto. Hecho que ha obligado a muchos países a invertir e innovar en tecnologías agropecuarias que establecen cultivos y cria de animales bajo sistemas de cultivo en invernadero y cria en espacios cerrados, los cuales garantizan mejor calidad y menores riesgos de siniestros meteorológicos.

Entre estos cultivos con ca-

racterísticas de producción en invernadero, se encuentra el cultivo de los hongos de comestibles, una actividad productiva basada en tecnologías limpias y eficientes para el medio ambiente y la industria, como es la FES, proceso de transformación de material biológico rica en lignocelulosa (desechos agrícolas), el cual carece de agua libre, que al agregar agua se permite el desarrollo de microorganismos como los hongos superiores creciendo sobre la superficie o en el interior de esta matriz porosa, dando como resultado la producción de alimentos de alto valor nutricional y sustancias biológicas activas (enzimas, compuestos orgánicos, alcohol, entre otros) de aplicación como cultivos iniciadores de gran interés en procesos biotecnológicos industriales (Roussos et al., 1997).

La producción comercial de hongos comestibles en el planeta ha estado en constante crecimiento desde hace más de 60 años, en parte debido a que es una tecnología fácil de desarrollar de forma personal, grupal, familiar o en comunidad, la fuentes de información y difusión del cultivo están más al alcance del público en general; y ser la forma más eficiente de conversión de los desechos agrícolas en alimento de alto valor nutricional, cuya importancia ecológica de esta actividad económica radica en la utilización y reciclaje de más de 280.000,00 toneladas anua-

les de subproductos agrícolas y agroindustriales que pueden ser puros o mezclados (Bermúdez et al., 2003).

En Europa y Estados Unidos, este tipo cultivo ha generado grandes empresas con impresionantes avances tecnológicos, con producciones anuales de más de 980.000,00 toneladas; en el caso de Latinoamérica, la producción, investigación y el consumo de hongos también van en ascenso. Países como México, Colombia, y Brasil trabajan activamente en proyectos de investigación y desarrollo, a la vez que participan en congresos internacionales, poniendo de manifiesto que en Latinoamérica, sin duda alguna, es un mercado con un enorme potencial (Sánchez y Rosee, 2001).

En Venezuela la producción comercial de hongos comestibles y su consumo siguen siendo escasos a consecuencia de la falta de información, difusión y promoción, y el hecho de implementar aislados de cepas comerciales importadas de regiones templadas; lo que ha hecho necesario estudios científicos y tecnológicos de este tipo de microorganismos y el fomento de esos cultivos como una alternativa de desarrollo socioeconómico y de seguridad alimentaria, en una estrategia que vincula la comunidad, las universidades y al sector productivo (Guerrero-Cardenas, 2013).



Como se mencionó anteriormente el cultivo de los hongos comestibles emplea residuos agrícolas y animales combinados o solos, dependiendo de las distintas especies, pero principalmente la materia prima son los materiales lignocelulósicos, que según la región, la época del año, son muy variados y pueden ser paja cortada de cereales, forrajes, aserrines, hojas de diferentes cultivos, café usado, residuos de algodón y cáscaras de maní, entre otros.

### **Tecnología futura de la producción de hongos comestibles (Tecnología Jun-cao)**

La tecnología Jun-cao o cultivo de hongos mágicos fue desarrollada en China por el profesor Zhanxi Lin y propone el uso de plantas forrajeras desde Bananero (*Musa naná*) hasta pasto plateado japonés (*Miscunhus floridulus*) como sustratos de cultivo en lugar de sustratos tradicionales, tales como aserrín, salvado de trigo y el salvado de arroz, que ante la masificación de la producción causaron problemas ecológicos. Siendo la tecnología Jun-Cao una solución para aumentar la escala de producción y rendimientos este tipo cultivos, permitiendo la protección ambiental al establecer un buen ciclo ecológico entre plantas, hongos y animales por controlar el flujo de cada uno de los desechos orgánicos generados en casa, produciendo beneficios no sólo sociales, sino

también económicos y ecológicos al constituir un balance en áreas con erosión edáfica (Zhanxi, 2005).

### **El valor nutricional de los hongos**

Los principales hongos comestibles cultivados actualmente en el mundo son el champiñón (*Agaricus bisporus*), el champiñón ostra, el shiitake (*Lentinula edodes*) y *Volvariella volvacea*, por sus facilidades de cultivo y propiedades organolépticas (sabor, textura, olor y color característico). Sin embargo, en los últimos años estos hongos han tomado gran interés por constituir una fuente importante de nutrientes. Presentando una composición química que los hace atractivos desde el punto de vista nutricional; en general, contienen 90 % de agua y 10 % de materia seca, de la cual un 27 - 48 % son proteína, aproximadamente 60 % corresponde a carbohidratos como fibras dietéticas (D-glucanas, quitina y sustancias pécticas), 2-8 % son lípidos (Sánchez, 2004) destacando el ácido linoléico (Justo et al., 1998; Bonatti et al., 2004), y un 5 . 8 % de vitaminas como riboflavina (B2), niacina (B3) y folatos (B9) (Roncero-Ramos, 2015).

Por otra parte, estos hongos comestibles producen metabolitos secundarios como los compuestos fenólicos, los pigmentos carotenoides y el

ergosterol, sustancias que reducen el riesgo de contraer enfermedades, especialmente cáncer o trastornos cardiovasculares. Los polifenoles compuestos químicos que poseen una actividad antioxidante efectiva en los sistemas biológicos, actúan como agentes anti-inflamatorios y contra el envejecimiento celular, e interfieren en la iniciación y progresión de múltiples tipos de cáncer (Cano-Estrada, 2016).

El alto contenido proteico de los hongos comestibles en peso seco (15 al 35%), refleja el potencial de estos rubros como una alternativa sustituta efectiva a la carne (12-20%), pollo (18-20%), pescado (18-20%), cerdo (9-16%) y leche (2,9 - 3,3%); o las fuentes veganas de proteínas como arroz (7,3%), trigo (12,7%), soja (38%) y maíz (9,4%). Por consiguiente, en términos de cantidad de proteína cruda, los hongos están por debajo de la carne, pero arriba de la mayoría de los otros alimentos, incluida la leche. Además, la calidad proteica de los hongos este en que contiene los aminoácidos esenciales requeridos por el ser humano, siendo particularmente ricos en lisina y leucina.

### **Atributos medicinales de los hongos**

Las propiedades de los hongos comestibles determinan su valor nutracéutico o potencial como un alimento que apor-



tar un beneficio añadido para la salud; un efecto que en los últimos años se ha podido determinar al estudiar ciertos metabolitos presentes en estos hongos, no sólo como atributos nutricionales sino medicinales como sustancias biológicas activas con propiedades antitumorales en el carpóforo (Ajith y Janardhanan, 2007); antioxidantes (ácido ascórbico, compuestos de á-tocoferol, á-caroteno y fenoles) que actúan de forma similar a la vitamina E (Murcia et al., 2002); sustancias reductoras (cisteína, metionina y lovastatina) que tienen el efecto de disminuir los niveles de colesterol en sangre y la presión arterial, y la acumulación de pequeñas concentración de selenio (Se) elemento esencial por su rol en el mejoramiento de la respuesta del sistema inmunológico y un componente de numerosas enzimas que actúan como protectores celulares por su acción antioxidante al secuestrar los radicales libres que producen daño celular. Actualmente, uno de los hongos comestibles y medicinales con mayor atributos nutricéuticos utilizados *Ganoderma lucidum*.

### **Uso de hongos para mejorar la calidad de otros alimentos**

Un caso interesante del uso de los hongos comestibles y medicinales, es el uso de sus enzimas para mejorar la calidad de alimentos con la leche, el té negro o azúcares comple-

jas; esto a través de procesos de FSL en que hongos leviformes (levaduras) en cultivos como el kéfir fermentan estas materias primas y dan como resultado alimentos enriquecidos por bacterias y levaduras con propiedades probióticas, y sustancia con potencial prebióticas que mejoran la salud.

### **La biorremediación del medio ambiente**

La biorremediación surge como un método alternativo para la remoción de contaminantes ambientales utilizando sistemas biológicos; aplicando microorganismo in situ sin la necesidad de remover o transportar el material contaminado, lo cual reduce costos y esfuerzo, sin producir otros tipos de contaminantes durante su uso (Demnerová, K. et al., 2005).

Diversos adelantos en los últimos años han demostrado que la biorremediación es un biotecnología importante en el control de la contaminación, destacando por el uso especies fúngicas ligninocelulósicas o los hongos de descomposición de la madera, microorganismos que secretan enzimas que degradan los diferentes componentes estructurales de la madera como son lignina, celulosa y hemicelulosa por medio de reacciones oxidativas catalizadas por fenoloxidasas y peroxidasas; y de acuerdo al tipo de degradación se los puede clasificar, como hongos de pudrición blanca y hongos de pudri-

ción castaña; función de gran importancia que se aprovecha para degradar de una gran variedad de contaminantes orgánicos y sustancias persistentes en el ambiente tales como clorofenoles, dioxinas, aminas aromáticas, fenoles organofosforados e hidrocarburos policíclicos aromáticos. Representando los hongos superiores un importante potencial biotecnológico para la recuperación del medio ambiente (Sifuentes, 2014).

### **El empleo del sustrato gastado del cultivo de hongos comestibles para producción de fertilizantes**

En los últimos años se ha buscado con interés el uso de los desechos agropecuarios baratos como aditivos para mejorar el rendimiento de las cosechas ya se ha para una producción agroindustrial o para agricultura urbana, para sustituir el uso de los agroquímicos.

En este sentido, los residuos de la producción de hongos comestibles y medicinales resultan una alternativa amigable con el ambiente, por ser una fuente de materia orgánica rica en nutrientes minerales; que si bien es un sustrato gastado, bajo en disponibilidad de agua, alto nivel de sales y un pH neutro, puede emplearse para cultivos al emplearse bajo riegos constantes y se le ajuste el pH. Con la utilización de estos residuos orgánicos existe la



posibilidad de obtener no sólo beneficios económicos sino ambientales en la siembra de otros rubros agrícolas.

### Potenciales de las enzimas fúngicas

Otra aplicación importante de las enzimas en los hongos superiores es en la industria del papel durante los procesos de pulpado (separación de fibras) y blanqueado (extracción de la lignina alterada y eliminación de su coloración marrón), procesos en que los métodos tradicionales emplean agentes químicos agresivos con el medio ambiente, y al remplazarlos con estos agentes biológicos resulta una tecnología más amigable.

### El cultivo de hongos la agroecología no verde

Aun cuando la humanidad que día a día desarrolla nuevas tecnología, para mejorar su condición de vida; es una civilización que todavía enfrenta problemas básicos como la escasez de comida, la contaminación del medio ambiente y declinación de la calidad de la salud humana. Todo debido a como maneja los materiales y desechos agrícolas y forestales, lo cual origina problemas de su eliminación, que comúnmente se hace por incineración, entierro y descarga en basurales sin control ni planificación.

Estos métodos de manipulación de los recursos agrícolas

y forestales producen la contaminación del medio ambiente. Pero estos materiales lignocelulósicos de desecho, pueden tener un uso alternativo como sustratos para el cultivo de hongos comestibles y medicinales, biotecnología que conduce a importantes beneficios para la salud al producir alimentos de alto valor nutricional, incrementar el suministro de alimentos, reforzando el cuidado de la salud y recuperar el medio ambiente. Además de ser una fuente de producción de ingresos económicos, siendo así denominada como la "agroecología no-verde".

### Referencias

AJITH, T. A., & JANARDHANAN, K. K. (2007). *Indian medicinal mushrooms as a source of antioxidant and antitumor agents*. Journal of Clinical Biochemistry and Nutrition, 40(3), 157.

BERMÚDEZ, R., MORRIS, H., DONOSO, C., MARTÍNEZ, C., & RAMOS, E. (2003). *Influencia de la luz en la calidad proteica de Pleurotus ostreatus, var. florida*. Rev Cub Invest Biomed, 22, 226-31.

BONATTI, M.; KARNOPP, P.; SOARES HM, F. (S/A). *Evaluation of Pleurotus ostreatus y Pleurotus sajor-cajur nutritional characteristics when cultivated in different lignocellulosic waste*. Food Chem 2004; 88:125-428.

BONATTI, M.; KARNOPP, P.; SOARES HM, F. (S/A). *Evaluation of Pleurotus ostreatus y Pleurotus sajor-cajur nutritional characteristics when cultivated in different lignocellulosic waste*. Food Chem 2004; 88:125-428.

CANO-ESTRADA, A., & ROMERO-BAUTISTA, L. (2016). *Valor económico, nutricional y medicinal de hongos comestibles silvestres*. Revista chilena de nutrición, 43(1), 75-80.

CHALBAUD, E. (2015). *Caracterización taxonómica y fisiológica de cepas de "setas" (género Pleurotus) pertenecientes al cepario del Laboratorio de Biotecnología de microorganismos SIXTO DAVID ROJO, Tesis de Pregrado*. Universidad de Los Andes-Facultad de Ciencias, Departamento de Biología, Venezuela p. 92.

DEMNEROVÁ, K., MACKOVA, M., SPEVÁKOVÁ, V., BERANOVA, K., KOCHÁNKOVÁ, L., LOVECKÁ, P., RYSLAVÁ, E. & MACEK, T. (2005). *Two approaches to biological decontamination of groundwater and soil polluted by aromatics—characterization of microbial populations*. International Microbiology. 8:205-211



- DÍAZ, A. (2016). *Cultivo del Hongo Pleurotus ostreatus en Concha de Cacao. Tesis de Pregrado*. Universidad de Los Andes-Facultad de Ciencias, Departamento de Biología, Venezuela p. 64.
- GUERRERO, B., MORILLO, O., CARRERO, C. Y CHALBAUD, E.(2013). *El Hongo Pleurotus ostreatus Alternativa Nutricional para Comunidades Agroecológicas y Herramienta Pedagógica en la Enseñanza de la Biología*. Revista de la Sociedad Venezolana de Microbiología. 33: 129-133.
- GUZMÁN, G., MATA, G., SALMONES, D., SOTO-VELAZCO, C., & GUZMÁN, L. (1993). *El cultivo de los hongos comestibles: con especial atención a especies tropicales y subtropicales en esquilmos y residuos agroindustriales*. Instituto Politécnico Nacional.
- GUZMÁN, G. (1998). *Análisis cualitativo y cuantitativo de la diversidad de los hongos de México (Ensayo sobre el inventario fúngico del país)*. La Diversidad Biológica de Iberoamérica, II Volumen Especial, 111-175.
- JUSTO, MB.;GUZMÁN G.;MEJIA E.G.; DÍAZ, C.; Martínez G.; CORONA E. (1998). Composición química de tres cepas mexicanas de setas Pleurotusostreatus. Arch Latinoam Nutr. 1998; 48(4):359-63.
- MALLOCH, D.; PIROZYNSKI, K.; & RAVEN, P. (1980). *Ecological and evolutionary significance of mycorrhizal symbioses in vascular plants (a review)*. Proceedings of the National Academy of Sciences, 77(4), 2113-2118.
- MERCADO, R. (1995). *Producción por fermentación en medio sólido de xilanas de Pleurotus ostreatus crecido sobre bagacillo de caña. Tesis de Maestría*. Universidad de Los Andes-Facultad de Ciencias-Postgrado en Biotecnología de Microorganismos. Venezuela p. 112
- MOORE-LANDECKER, E. (1996). *Fundamentals of the Fungi (4 edition)*. Upper Saddle River, N.J: Benjamin Cummings.
- MURCIA, M. A., MARTÍNEZ, M., JIMÉNEZ, A. M., VERA, A. M., HONRUBIA, M., & PARRAS, P. (2002). *Antioxidant activity of edible fungi (truffles and mushrooms): losses during industrial processing*. Journal of Food Protection®, 65(10), 1614-1622.
- PALM, M., & CHAPELA, I. (1998). *Mycology in Sustainable Development: Expanding Concepts, Vanishing Borders*. North Carolina.: Parkway, Boone. *icanas de setas Pleurotusostreatus*. Arch Latinoam Nutr. 1998; 48(4):359-63.
- PÉREZ, D. (2019). *Producción de inoculos líquidos del hongo Pleurotus ostreatus utilizando como sustrato Cajanus cajan (frijol quinchoncho)*. Tesis de Pregrado. Universidad de Los Andes-Facultad de Ciencias, Departamento de Biología, Venezuela p. 72.
- RONCERO-RAMOS, I. (2015). *Centro Tecnológico de Investigación del Chapiñon de la rioja (CETICH) ed. Propiedades Nutricionales y saludables de los hongos*, p 12-23.
- ROUSSOS, S.; BRESSON, E.; SAUCEDO-CASTAÑEDA, G.; MARTINEZ, P.; GUINBERTEAU, J. y OLIVIER, J. (1997). *Production of mycelial cell inoculum of Pleurotus opuntiae on natural support in solid state fermentation. In Advances in Solid State Fermentation* (pp. 483-500). Springer.
- SÁNCHEZ, C. (2004). *Modern aspects of mushroom culture technology*. Applied Microbiol Biotecnol; 10:1-15.
- SÁNCHEZ, J., & ROYSE, D. (2001). *La biología y el cultivo de Pleurotus spp*. ECOSUR/LIMUSA.





SIFUENTES, E. (2014). *Producción de inóculo de Pleurotus ostreatus para uso en biorremediación de suelos contaminados con hidrocarburos de petróleo*, Tesis de Pregrado. Universidad Nacional Agraria La Molina. Facultad de Ciencias, Perú p. 75.

VEDDER, P. (1986). *Cultivo Moderno del Champiñon*. Madrid España: Editorial Mundi-Prensa.

ZHANXI, L. (2005). *Juan-Cao Technology*. In *Mushroom Growers Handbook 1: Oyster Mushroom Cultivation*. (Vol. 1, pp. 110-1161). República de Korea: MushWorld.

