

# El cultivo de *Pleurotus ostreatus* en los Altos de Chiapas, México

José Heber de León-Monzón  
José E. Sánchez  
José Nahed-Toral

El Colegio de la Frontera Sur (Ecosur), Apartado Postal 36 Tapachula, 30700 Chiapas, México.

## *Pleurotus ostreatus* cultivation in the Highlands of Chiapas, Mexico

**Abstract.** Among the women of Tzeltal origin in The Highlands of Chiapas, Mexico, the rural production of *Pleurotus ostreatus* is becoming an economic alternative in the last years. In the Tenejapa county (among 1140 to 2440 asl), there are 53 cultivation units and the responsible for 35 of them were interviewed. Among the most commonly used substrates are corn cob, corn stalks and coffee husk, that are normally treated by alkaline immersion in a tap water-lime 0.5% solution (pH =  $10.9 \pm 0.2$ ) before spawning. The majority of production units (81%) are made of wooden materials, metal sheet roofed and soil grounded. Only 14.3% have tap water service and 54.3% have electricity. Size of premises varies between: 4x4 m, 5x4 m, 6x4 m y 8x4 m. Capacity of synthetic logs incubation varies between 32 and 200. Groups of 18-19 women take care of production in each unit. 66% of them receive support from men in certain activities in the production process. Mean biological efficiency is estimated to be 67.7% with an annual production of 10 ton of *P. ostreatus* in three production cycles. The spent mushroom substrate is not used. The chemical characterization of straw spent mushroom substrate is shown.

**Keywords:** Rural production, *Pleurotus ostreatus*, tzeltal women, alkaline immersion.

**Resumen.** Entre las mujeres de origen tzeltal de Los Altos de Chiapas, México, la producción rural de *Pleurotus ostreatus*, ha cobrado gran importancia como una alternativa económica en los últimos años. En el municipio de Tenejapa, Chiapas, (ubicado a una altura variable entre 1140 y 2420 msnm) se encuentran 53 módulos de cultivo, de los cuales se entrevistaron a las responsables de 35 de ellos. Los subproductos más ampliamente utilizados para la conformación del sustrato fueron el olate, el rastrojo de maíz y el cascabillo de café, los cuales reciben un tratamiento de inmersión alcalina (pH =  $10.9 \pm 0.2$ ), previo a la inoculación de *P. ostreatus*. Los módulos en su mayoría (81%) están contruidos con paredes de madera, techo de lámina y piso de tierra, el 14.3% cuentan con servicios de agua entubada y el 54.3% con energía eléctrica en su interior. Sus dimensiones varían entre: 4x4 m, 5x4 m, 6x4 m y 8x4 m, y tienen una capacidad de 32 a 200 bolsas de sustrato. Estos módulos son atendidos por grupos de 18 a 19 mujeres, el 66% de éstos recibe apoyo de hombres en ciertas actividades del proceso. La EB promedio estimada es de 67.7%. En este municipio se estima una producción promedio anual de 10 ton de *P. ostreatus* en los 53 módulos empadronados y en tres ciclos de producción. El sustrato degradado no tiene ningún uso. En adición, se presenta la caracterización química del sustrato más comúnmente utilizado (rastrojo de maíz) una vez degradado por *P. ostreatus*.

**Palabras clave:** Producción rural, *Pleurotus ostreatus*, mujeres tzeltales, inmersión alcalina.

Received 26 November 2003; accepted 23 April 2004.

Recibido 26 de noviembre 2003; aceptado 23 de abril 2004.

Autor para correspondencia: José E. Sánchez  
esanchez@tap-ecosur.edu.mx

## Introducción

La producción rural del hongo comestible *Pleurotus ostreatus*, es una alternativa nutricional, económica y ecológica, que permite aprovechar materiales lignocelulósicos [2; 7, 14, 22, 28]. En México, la seta (nombre comercial con que se conoce en el país) empezó a cultivarse en 1974 [19], ya en 1997, la producción se estimaba en 1825 ton anuales [18] y para ese entonces, ya se consideraba a este país como el principal productor de *Pleurotus* spp. en toda América [29].

Esas estadísticas, aunque dan una buena idea del nivel de producción de especies de *Pleurotus* en el país, adolecen de cierta precisión porque reflejan solo la producción que se obtiene de manera regular en las pocas empresas que cultivan el hongo de manera más o menos constante; pero no toman en cuenta una amplia gama de productores que, de manera intermitente y con más dificultades, cultivan este hongo en áreas rurales de los estados de México, Tlaxcala, Veracruz, Puebla, Morelos por citar sólo algunos casos [1, 9, 12, 24]. En el Estado de Chiapas, el cultivo de *Pleurotus* spp. ha sido introducido en el área rural y promovido por programas gubernamentales para apoyar a las comunidades a mejorar sus ingresos y su alimentación. El Municipio de Tenejapa destaca dentro de estos programas porque, dadas sus condiciones climáticas, los agricultores han aceptado y poco a poco van adoptando la tecnología a sus posibilidades. Así, mientras que la Secretaría de Pueblos Indios reporta alrededor de 100 módulos rurales de producción de hongos en el Estado, principalmente en zonas montañosas [30], en Tenejapa existen 53 módulos apoyados tanto por las autoridades municipales como por la misma Secretaría [4].

El conocimiento de las condiciones de producción y de los problemas y aciertos que tienen estos productores es de vital importancia para la continuidad del programa, ya que

permite detectar fallas y visualizar la manera de fortalecer estos esfuerzos de desarrollo rural que comenzaron hace cinco años. Por lo mismo, se desarrolló el presente trabajo que tuvo por objetivo realizar un diagnóstico de la producción de *P. ostreatus* en este municipio, y conocer el uso y las perspectivas de aprovechamiento del substrato degradado por *P. ostreatus* (SDH).

## Materiales y métodos

### Área de estudio

La encuesta se llevó a cabo en el municipio de Tenejapa, Chiapas, México, localizado a 16° 49' 11" de latitud norte y 92° 30' 18" de longitud oeste, a una altitud que va de 1140 a 2420 msnm [15]. Aunque la mayor parte de la topografía es abrupta, es posible observar una diversidad de relieves: valles, mesetas y declives con pendientes suaves y fuertes. El clima es templado-subhúmedo C (w<sub>2</sub>) (w), con lluvias en verano, de acuerdo con la clasificación de Köppen, modificada por García [10]. La precipitación media anual es de 1200 mm y temperatura entre 16 y 21°C [26]. La población es mayoritariamente indígena y pertenece al grupo étnico tzeltal [11].

### Marco muestral y diseño de la investigación

Apoyados en un mapa municipal de localización de módulos de producción rural de *P. ostreatus* [4], se definieron cinco transectos, considerando las rutas de acceso más viables, con la finalidad de cubrir el mayor número de comunidades del municipio donde se cultiva este hongo. A partir de ahí, se eligieron al azar 35 módulos como tamaño muestral. Esto correspondió al 66% del total de módulos empadronados en el municipio. El diagnóstico se realizó a través de una entrevista semiestructurada, y la información se obtuvo mediante un cuestionario [23], que incluyó dos secciones: a) datos generales y b) información técnica, económica y social del

proceso productivo. Además, se tomaron muestras del SDH para su evaluación químico-nutricional. El trabajo de campo consistió en una visita al módulo y una entrevista con la representante del mismo. Para esto se contó con el apoyo de un intérprete, quien tradujo tzeltal-español-tzeltal.

### Sistematización y análisis de la información

Para el diagnóstico se consideraron las siguientes variables: aspectos históricos, localización, servicios e infraestructura, organización, técnica de producción, rendimiento, asistencia técnica, comercialización, apoyo crediticio, aporte económico, uso y manejo del SDH.

Para la caracterización químico-nutricional del SDH, en 5 de los 35 módulos visitados, se eligieron al azar dos muestras de substrato después de 3 cosechas (según información señalada por las responsables de cada módulo). Los diez muestras seleccionadas, se desbarataron y secaron al sol durante tres días por espacio de 4 a 6 horas diarias, posteriormente, éstas se homogeneizaron con un bieldo formando un montículo de donde se fue tomando con una bolsa de polietileno (a manera de guante) 50 g del SDH en ocho puntos distribuidos al azar, procurando cubrir todo el montículo, obteniendo así una muestra compuesta de aproximadamente 400 g, a la que se le determinó pH, materia seca (MS), proteína cruda (PC), nitrógeno ligado a fibra (N-f), celulosa (Cel), hemicelulosa (Hc) y lignina (L) se determinaron por los métodos de la A.O.A.C. [35]; fibra detergente neutro (FDN) y fibra detergente ácido (FDA), de acuerdo a la técnica de Van Soest *et al.* [34]; energía bruta (EB) por bomba calorimétrica adiabática; y digestibilidad *in vitro* de la materia seca (DIVMS) según Minson y McLeod [20]. Así también, para utilizar el SDH como substrato para lombrices (*Eisenia fetida*), se realizaron las siguientes determinaciones químicas: pH, por potenciometría [17]; capacidad de intercambio catiónico (CIC) por el método de acetato de amonio [6]; materia orgánica (MO), por el método de Walkley y Black [17]; carbono orgánico, calculado a partir

del factor de van Bemmelen (1.724) en función del contenido de materia orgánica [17]; Nitrógeno total, por el método semimicro-Kjeldahl [5]; relación C/N, como cociente entre el contenido de carbono y nitrógeno total; fósforo (P), calcio (Ca), magnesio (Mg) y potasio (K), por digestión con HNO<sub>3</sub>/HClO<sub>4</sub> [3]. Estos análisis fueron desarrollados en los laboratorios de El Colegio de la Frontera Sur (Ecosur) Unidad San Cristóbal de acuerdo al Programa de Intercalibración de Análisis de Suelos y Plantas [16]. La sistematización de la información se realizó mediante estadística descriptiva y el análisis e interpretación de resultados se realizó cualitativamente [32].

## Resultados y discusión

### Aspectos históricos

En tzeltal, a los hongos comestibles de manera genérica se les denominan “chej-chew” o “chevchev”. Antes de la fundación del primer módulo de producción de *P. ostreatus* en el municipio de Tenejapa, de manera aislada algunos productores ya lo cultivaban. El interés de su cultivo surgió cuando algunos campesinos se informaron del proceso productivo en la cooperativa SOCAMA en San José Bocomtenelté, en el municipio de San Cristóbal de Las Casas, cuya planta funciona en las instalaciones de un antiguo aserradero. Esta es probablemente la planta de mayor capacidad en el sureste de México, con una producción de *P. ostreatus/P. pulmonarius* entre 800 y 1000 kg mensualmente [27]. Fue en 1998 cuando se construyó el primer módulo de producción rural en la comunidad de Jomanichim, en el municipio de Tenejapa (cuya meta es producir 2000 kg mes<sup>-1</sup>), esto fue gracias al apoyo económico de la embajada de Nueva Zelanda, gestionado por el entonces Director de Proyectos Productivos de la Secretaría de Atención a los Pueblos Indios [30], y que dio origen a todos los módulos que en la actualidad existen en el municipio. Al momento del estudio se reportaron

53 módulos empadronados [4] y existe interés en formar nuevos grupos. El interés de las productoras por producir *P. ostreatus* se debe a que es la única especie que han conocido y que su tecnología de producción ha sido relativamente fácil de adoptar y adaptar a las condiciones rurales.

#### Localización, infraestructura y servicios

En la figura 1, se presenta el mapa del municipio de Tenejapa que señala la distribución de las comunidades que cuentan con módulos de producción de *P. ostreatus*. Se observa que el

mayor número de módulos se localizan en la parte norte del municipio, cercanos a la comunidad de Jomanichim donde se inició la producción de *P. ostreatus*.

Los resultados de la encuesta y la visita realizada, revelan que en su mayoría (81%), los módulos están contruidos con paredes de madera, techo de lámina y piso de tierra, con dimensiones variables, siendo las comunes 4x4 m, 5x4 m, 6x4 m y 8x4 m, cuyas capacidades van de 32 hasta 200 muestras (115 en promedio). Para la fructificación de *P. ostreatus* utilizan anaqueles de madera como soporte de las

muestras. El 14.3 % cuenta con servicios de agua (no potable) y el 54.3% con energía eléctrica al interior del módulo.

#### Organización

La producción de *P. ostreatus* en el municipio de Tenejapa, se lleva a cabo en módulos contruidos en promedio por 18 a 19 mujeres indígenas tzeltales; el 66% recibe apoyo de hombres en algunas actividades del proceso (acopio y picado del sustrato, acondicionamiento de los módulos, comercialización, entre otras). Al interior de cada grupo de productoras se hace una distribución de las tareas. El tratamiento previo del sustrato y la siembra del inóculo son realizados en forma colectiva, en tanto que la fase de incubación (la revisión de las muestras y la eliminación de bolsas de plástico) y la fase de fructificación (los riegos, la cosecha y el aseo diario del módulo), son realizadas con la participación rotativa de las socias. La comercialización del producto es responsabilidad de todas.

Estos grupos de productoras no reciben asistencia técnica especializada de manera regular, ni apoyo crediticio; y los apoyos que han llegado a través de alguna dependencia gubernamental han sido muy esporádicos y sin asesoría. Durante el estudio se observó que las autoridades municipales mostraron interés por planificar escalonadamente la producción de *P. ostreatus* con la finalidad de evitar sobreproducción en determinados momentos y abastecer el mercado regional con mayor constancia; sin embargo, para poder consolidar este propósito, las productoras consideran que debe fortalecerse con algún tipo de financiamiento que asegure el abastecimiento de los insumos necesarios, ya que de lo contrario se seguirá con una producción intermitente.

#### Técnica de producción

El 51.43% de los módulos utiliza como sustrato, el rastrojo de maíz; el 14.29% utiliza una mezcla de rastrojo y olote de maíz; y el 22.86% cascabillo de café; este último porcentaje, se refiere a productoras que al momento de este estudio

estaban probando su uso como sustrato alternativo, cabe aclarar que con éste se observaron problemas de contaminación, principalmente por *Trichoderma* sp. En todos los módulos encuestados, el sustrato es preparado por inmersión en agua con calhidra, a temperatura ambiente. Esta técnica aún no está estandarizada, ya que el 31.43% utiliza una concentración de hasta el 2% de cal comercial por un periodo de inmersión de 24 a 48 h y el resto mencionó utilizar una concentración aproximada del 1%. Se debe señalar que para la inmersión del sustrato se observaron algunas deficiencias como son: humedecimiento no homogéneo del sustrato, diferentes tiempos de inmersión y exceso de cal de acuerdo a lo propuesto por Contreras *et al.* [8], quienes indican que es suficiente una concentración de 0.5% durante 12-36 h.

Para la conformación de las muestras y la siembra de la semilla, después de escurrir el exceso de agua alcalina, se utiliza la técnica de llenado de bolsa de Guzmán *et al.* [13], las bolsas utilizadas son de 40 x 60 cm. La semilla es proporcionada por las autoridades municipales o bien por la SEPI a precios accesibles (\$ 20.00 kg), la cual se produce en el laboratorio de la misma Secretaría o de algunos productores independientes. Utilizan una tasa de inoculación de 5% (250 g por muestra). Según el 74% de las productoras la fase de incubación tarda un periodo de 11 a 15 días. El 88% de ellas mencionó hacer perforaciones con un exacto o cuchillo (0.5 1 cm de diámetro) en las bolsas con el sustrato a los tres o cuatro días posteriores a la siembra y eliminar la bolsa a los 15 días. Para la desinfección del agua de riego el 88.6% utiliza hipoclorito de sodio (2 a 7 gotas por cubeta del número 12, 14 ó 16), otros (11.4%) utilizan plata coloidal y el 2.8% utiliza agua hervida. La mayoría de las informantes (79%), indicó que la primera cosecha se inicia entre los 25 y los 30 días posteriores a la siembra, extendiéndose la producción durante 50 ó 60 días. Se observó que solo en algunos casos llevan un registro de las actividades productivas, económicas y de comercialización.

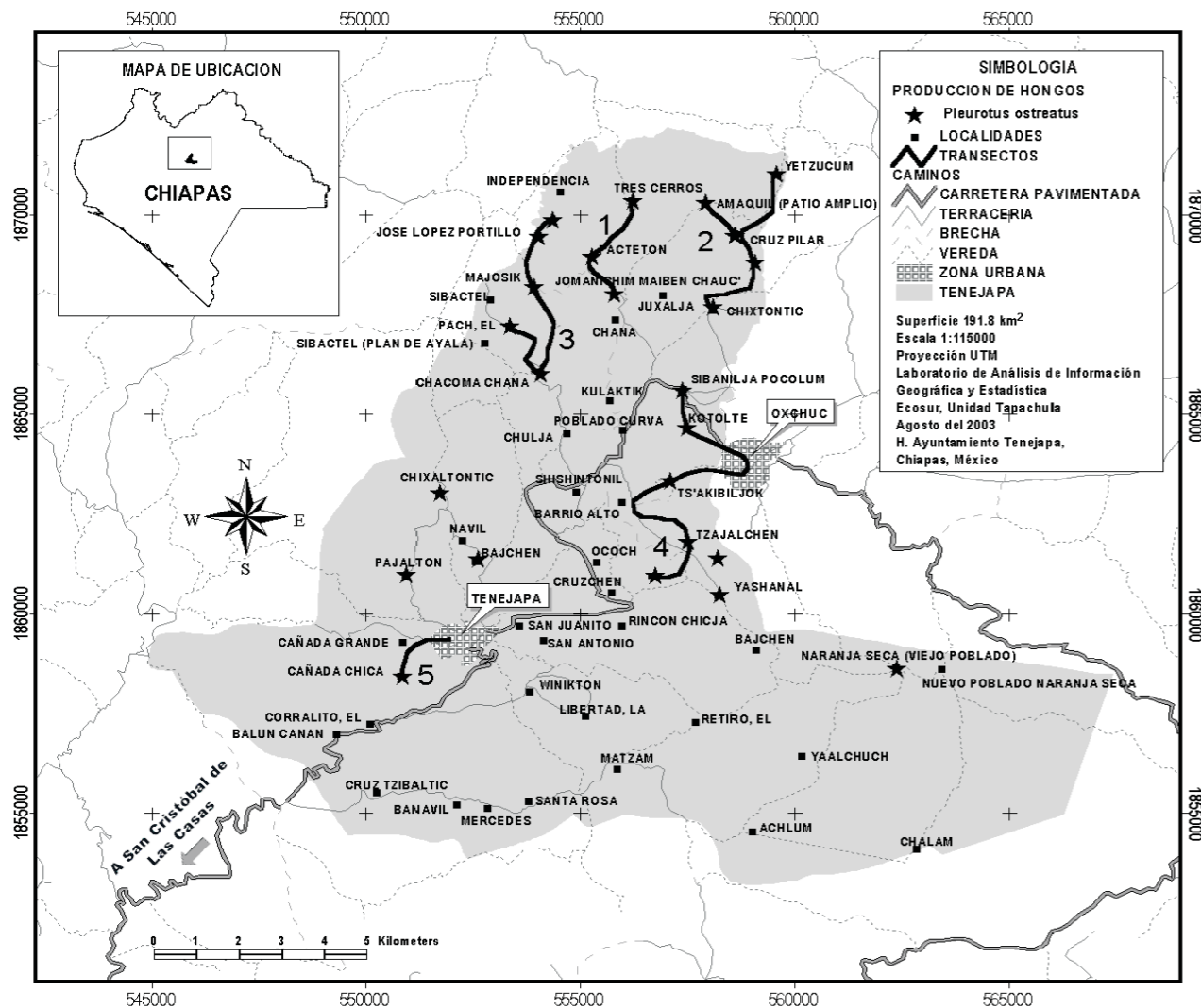


Figura. 1. Ubicación de módulos de producción de *Pleurotus ostreatus* Municipio de Tenejapa, Chiapas.

La técnica que las productoras del municipio de Tenejapa utilizan para la producción de *P. ostreatus*, y particularmente la inmersión alcalina del sustrato, parece bien adaptada a las condiciones de rusticidad prevalecientes. Tiene como ventajas su facilidad de aplicación, no requerir combustible ni materiales o equipos que estén fuera del alcance de los grupos organizados; sin embargo, es una técnica no estandarizada que presenta muchas variaciones. En general las informantes dijeron no tener grandes problemas con el cultivo, aunque señalaron que en ocasiones las fructificaciones obtenidas tenían exceso de humedad y en otras ocasiones tenían incidencias fuertes de moscas (*Musca* sp.). Es muy probable que el aspecto húmedo de los carpóforos se deba a la eventual presencia de *Pseudomonas* spp. [8].

#### Rendimiento y aporte económico

Las cultivadoras de los módulos encuestados, mencionaron que a partir de 114 115 muestras, obtienen en promedio 27 kg (3.9) de hongos frescos en la primera cosecha, 21.5 kg (2.5) en la segunda, 15.6 kg (2.6) en la tercera y 5.31 kg (0.8) en la cuarta. Las muestras en fructificación tienen un peso de alrededor de 4 kg. En la mayoría de los módulos (92%) se realizan solo tres cosechas, con una producción promedio por ciclo productivo de 63.14 kg (8.2), a partir de 93.2 kg (6.6) de sustrato en base seca. Esto permite estimar una eficiencia biológica (EB) promedio de 67.7%. La poca disponibilidad de semilla y la falta de recursos económicos para su adquisición, son algunas de las limitantes para la expansión del cultivo. A esto se suman las dificultades para la comercialización y el alto costo de producción deducido del costo de los insumos utilizados (\$13.50 por kilogramo, lo que no incluye la mano de obra ni la depreciación de las instalaciones). Dado que estos conceptos son aportados por la comunidad misma, no son valorados en toda su dimensión.

La cosecha de los hongos constituye una parte no disociada del resto de actividades económicas de las

cultivadoras. Así, ellas en concordancia con la disponibilidad de los otros productos comercializables de su huerto (hortalizas, frutas, flores, etc) planean sus viajes al mercado de la ciudad y en función de esto, programan sus actividades para cultivar *P. ostreatus*. Esto implica que el hongo se cultive por ciclos intermitentes, definibles en función de los viajes al mercado del pueblo. El transporte hasta el mercado de consumo (en este caso, San Cristóbal de las Casas) es de aproximadamente 50.00 pesos por viaje redondo y requiere en promedio, 2 horas solo de ida, por lo que en muchas ocasiones prefieren vender el producto dentro de la misma comunidad, sacrificando el precio de venta, casi al costo de recuperación de gastos directos.

Con base en los datos anteriores y partiendo del promedio obtenido para los 35 módulos encuestados con tres cosechas por ciclo y tres ciclos por año, se estima que los 53 módulos empadronados en el municipio de Tenejapa alcanzan una producción promedio por año de 10,039.7 kg, con un costo promedio de insumos de \$13.50 por kilogramo de *P. ostreatus* en fresco. A partir de ello se estima un ingreso bruto por venta del producto de \$ 200,724.29 (\$20.00 por kg) y un ingreso neto de \$ 62,258.00; lo que representa \$ 1174.70 por módulo, que se traduce en un ingreso per cápita (\$ 62.00) muy bajo por cada productora participante durante los tres ciclos anuales de producción, sobretudo si se considera que la aportación en mano de obra y amortización no son valorados.

#### Uso actual, manejo y perspectivas del SDH

De la producción promedio anual (alrededor de 10 Ton de setas), en el municipio de Tenejapa, se estima que se generan alrededor de 14.83 ton de materia seca del sustrato degradado por *P. ostreatus*, el cual es considerado por las productoras como un desecho sin ningún uso o provecho. Sólo el 8.5% de los módulos estudiados lo acumulan en un pozo, ya sea como relleno o para ser utilizado como abono para sus cultivos, esto último fue señalado sólo en uno de los módulos encuestados, mientras que el resto, lo tiran en el

traspatio. Existen diferentes alternativas de uso del SDH, entre ellas están la vermicultura, la composta tradicional, la alimentación para rumiantes, el relleno en pequeñas cavidades del suelo, como suelo de cobertura para champiñón, como sustrato para otras especies, como combustible alternativo, etc [25]; sin embargo ninguna de estas formas se aplica en esta región. El 100% de las entrevistadas, manifestaron interés por aprender cómo aprovechar este material.

#### Caracterización química del sustrato degradado por *P. ostreatus* (SDH)

El análisis químico-nutricional del SDH (mezcla de olote con rastrojo de maíz, ORM) utilizado en Tenejapa, reveló los siguientes resultados: pH = 6.15 ± 0.43; MS = 95.76% ± 1.74; PC = 2.73% ± 0.31; N-f = 0.01% ± 0.002; FDN = 42.87% ± 3.5; FDA = 64.05% ± 4.29; L = 11.96% ± 0.8; Cel = 29.68% ± 1.45; Hc = 21.18% ± 0.32; Si = 0.28% ± 0.04; DIVMS = 27.74% ± 0.08 y 3.71 ± 0.09 Mcal/kg de energía bruta. Estas características indican que se trata de un material pobre en contenido nutricional, muy fibroso y con baja digestibilidad (DIVMS); sin embargo, es un recurso forrajero que puede ser empleado como complemento en la alimentación de rumiantes, debido a que estos tienen la capacidad de digerir productos lignocelulósicos [33], particularmente en regiones donde los pastizales tienen una producción estacional, como en Los Altos de Chiapas [21]. Así mismo, su contenido de MO = 65.8% ± 3.8; CIC = 67.7 ± 4.9 g/mol/kg; N (0.60% ± 0.01); C (22.3% ± 3.8); C/N (37.6 ± 0.08); P (0.24% ± 0.01); K (0.22% ± 0.01); Ca (3.01% ± 0.27) y Mg (0.43% 0.07) lo caracterizan como un material interesante, con una relación media de C/N. Sims [31] menciona que un bajo contenido de nitrógeno en los desechos orgánicos hace más lenta su mineralización, por lo que no es recomendable como sustrato único para lombricultura. Esto indica que el SDH debe mezclarse con materiales que aporten N, como es el caso del estiércol de ganado bovino o algunos vegetales como las

leguminosas.

#### Agradecimientos

Los autores agradecen el apoyo brindado para la realización de este trabajo a: Ayuntamiento Municipal de Tenejapa, Chiapas; México; Antonia Hernández-Méndez, traductora y representante de mujeres indígenas productoras rurales de hongos comestibles en el municipio, así como a todas las representantes que proporcionaron la información y a José Higinio López Urbina, responsable de LAIGE (Laboratorio de Análisis e Información Geográfica)-ECOSUR-Tapachula por el apoyo en la elaboración del mapa digitalizado de Tenejapa.

#### Literatura citada

1. Aguilar, A., D. Martínez-Carrera, A. Macías, M. Sánchez, L. I. de Bauer, A. Martínez, 2002. Fundamental trends in rural mushroom cultivation in Mexico and their significance for rural development. In: J.E. Sánchez, G. Huerta, E. Montiel (eds.), Proceeding of the fourth International Conference Mushroom Biology and Mushroom Products. Universidad Autónoma del Estado de Morelos. Cuernavaca. Pp. 421-431.
2. Aguilar-Arrieta, A., T. Domínguez-Torres, 1996. La Tecnología de producción de hongos comestibles como opción dentro del desarrollo rural. Agrociencia 30: 171-176.
3. Allan, J.E., 1971. The preparation of agricultural samples for analysis by atomic absorption spectroscopy. Varian Techtron. Walnut Creek, California.
4. Ayuntamiento Municipal de Tenejapa, Chiapas, 2002. Consejo Técnico Consultivo: Proyecto Productivo de Hongos Comestibles. Documento interno.
5. Bremner, J.M., 1965. Total nitrogen. In: C. A. Black (ed.), Methods of analysis. Part 2. Agronomy 9. American Society of Agronomy. Madison. Pp 1149-1178.
6. Chapman, H.D. 1965. Cation exchange capacity. In: C. A. Black (ed.), Methods of analysis. Part 2. Agronomy 9. American Society of Agronomy. Madison. Pp 891-901.
7. Chiu, S.W., L. Shui-Chee, C. Mei-Lung, C. Ka-Wan, C. Ming-Jie, 2000. Themes for mushroom exploitation in the 21<sup>st</sup> century: Sustainable, waste management and conservation. Journal of General and Applied Microbiology 46: 269-282.
8. Contreras, E.P., M. Sokolov, G. Mejía, J.E. Sánchez, 2004. Soaking of substrate in alkaline water as a pretreatment for the cultivation of *Pleurotus ostreatus*. Journal of Horticultural Science & Biotechnology. 79(2):234-240.
9. Dickel, C., R. Gaitán-Hernández, I. Lara-Herrera, 2000. Pruebas de cultivo de *Pleurotus citrinopileatus* en una planta comercial de cultivo de setas, como una alternativa en su producción e introducción al mercado. VII Congreso Nacional de Micología. Querétaro, México, octubre 1-4, pp 47.
10. García, E., 1988. Modificaciones al sistema de clasificación climática de

- Köppen. Instituto de Geografía. Universidad Nacional Autónoma de México, México D.F.
11. Gobierno del Estado de Chiapas, 1994. Carta Geográfica del Estado de Chiapas. Información editada y revisada en El Colegio de La Frontera Sur, San Cristóbal de Las Casas.
  12. González-Fuentes, I., 1977. Capacitación de familias para la producción de *Pleurotus ostreatus* en el estado de Tlaxcala. VI Congreso Nacional de Micología. Tapachula, México, octubre 15-17, p. 133.
  13. Guzmán, G., G Mata, D. Salmones, C. Soto-Velasco, L. Guzmán-Dávalos, 1993. El cultivo de los hongos comestibles. Instituto Politécnico Nacional, México.
  14. Hadar, Y., Z. Kerem, B. Gordecki, O. Ardon, 1992. Utilization of lignocellulosic waste by the edible mushroom *Pleurotus*. Biodegradation 3: 189-323.
  15. Instituto Nacional de Estadística, Geografía e Informática, 2002. Anuario Estadístico del Estado de Chiapas. INEGI, México.
  16. Instituto de Recursos Naturales del Colegio de Postgraduados-Sociedad Mexicana de la Ciencia del Suelo, 2002. Manual de Procedimientos Analíticos para Análisis de Suelos y Plantas del Laboratorio de Fertilidad de Suelos. Programa de Intercalibración de Análisis de Suelos y Plantas, México.
  17. Jackson, M.L., 1964. Análisis químico de suelos. Omega, Barcelona.
  18. Leal-Lara, H., 1998. Research priorities for production of edible fungi in Mexico. Inoculum 49: 30.
  19. Martínez-Carrera, D., 1997. Producción de *Pleurotus* en México. VI Congreso Nacional de Micología. Sociedad Mexicana de Micología. Tapachula, México, octubre 15-17, p. 30.
  20. Minson, D.J., M.N. McLeod, 1972. The *in vitro* technique its modification for estimating digestibility, of large numbers of tropical pasture samples. Division of tropical pastures. Technical. Paper No. 8, Commonwealth Scientific and Industrial Research Organization, Australia.
  21. Nahed, J., C. Solís, D. Grande, L. Sanginés, G. Mendoza, F. Pérez-Gil, 2003. Evaluation of the use of *Buddleia skutchii* tree leaves and Kikuyu (*Pennisetum clandestinum*) grass hay in sheep feeding. Animal Feed Science and Technology 106: 209-217.
  22. Ortega-Cerrilla, M.E., 1996. Aprovechamiento de esquilmos agrícolas como substrato para el cultivo de hongos comestibles del género *Pleurotus*. Agrociencia 30: 581-586.
  23. Padua, J., 1981. Técnicas de Investigación Aplicadas a las Ciencias Sociales. Fernández y editores y Colegio de México. México, D.F.
  24. Portugal-Portugal, D., L. López-Eustaquio, E. Montiel, V. Mora, L. Acosta-Urdapilleta, 2002. Instalación de un módulo rústico de producción de *Pleurotus ostreatus* oreja de cazahuate, en una comunidad del corredor biológico Chichinautzin, Morelos, México. In: Guzmán, G., G Mata (eds.), IV Congreso Latinoamericano de Micología "Nanacatepec". Xalapa, México. P. 506.
  25. Rinker, D.L., 2002. Handling and using "spent" mushroom substrate around the world. In: Sánchez, J.E., G. Huerta, E. Montiel (eds.), Proceeding of the fourth International Conference Mushroom Biology and Mushroom Products. Universidad Autónoma del Estado de Morelos, Cuernavaca. Pp. 43-60.
  26. SAGARPA, 2002. Distrito de Desarrollo Rural 032 "San Cristóbal de Las Casas". [www.chp.sagarpa.gob.mx/Distritos/SanCristobal/Cfisicas.htm#clima](http://www.chp.sagarpa.gob.mx/Distritos/SanCristobal/Cfisicas.htm#clima) (junio 29, 2003).
  27. Sánchez, J. E., 2001. El cultivo de los hongos comestibles en Chiapas. La Gaceta de la Sociedad Mexicana de Micología 3: 1-2.
  28. Sánchez, J.E., G. Huerta, L.A. Calvo, 1997. The cultivation of edible fungi as sustainable alternative in the tropics. In: Palm M.E., I. H. Chapela (eds.), Mycology in Sustainable Development: Expanding Concepts Vanishing Borders. Parkway Pub. Inc. Boone, North Carolina. 227-237.
  29. Sánchez, J.E., D. Royse, 2001. La biología y el cultivo de *Pleurotus* spp. ECOSUR/LIMUSA, México.
  30. Secretaría de Apoyo a Pueblos Indígenas, 2000. Proyecto de hongos comestibles. SEAPI. San Cristóbal de Las Casas, Chiapas.
  31. Sims, J.T., 1987. Agronomic evaluation of poultry manure as a nitrogen source for conventional and non-tillage corn. Agronomy Journal 79: 563-570.
  32. Taylor, S. J., R. Bogdan, 1994. Introducción a los métodos cualitativos de investigación la búsqueda de significados. Editorial Paidós, México.
  33. Van Soest, P. J., 1983. Nutritional ecology of the ruminant. O. and B. Books, Inc., Corvallis.
  34. Van Soest, P.J., J. B. Robertson, B.A. Lewis, 1991. Methods for dietary fiber, neutral detergent fiber, and nonstarch polysaccharides in relation to animal nutrition. Journal Dairy Science 74: 3583-3597.
  35. Williams, S. (ed), 1984. Official Methods of Analysis of the Association of Official Analytical Chemists. AOAC. 14<sup>th</sup> ed. Arlington.

