

PERSPECTIVAS SOBRE EL CULTIVO DE HONGOS COMESTIBLES EN RESIDUOS AGRO-INDUSTRIALES EN MEXICO*

Por Daniel Martínez, Maricela Quirarte,
Conrado Soto, Dulce Salmones y Gastón Guzmán**

PROSPECTS OF MEXICAN EDIBLE MUSHROOMS CULTIVATION ON AGRICULTURAL WASTES

SUMMARY

The potential cultivation of edible fungi in Mexico is discussed. The results of Mexican *Pleurotus ostreatus* (Jacq. ex Fr.) Kumm. and *Volvariella bakeri* (Murr.) Shaffer strains cultures are presented. *P. ostreatus* grows very well on fresh coffee pulp reaching a biological efficiency of 113.35%. The degraded pulp through fungal activity may be used later as cattle feed. Moreover, preliminary results of *P. ostreatus* cultivation on other wastes, such as paper, sugarcane bagaze and stubble corn are also discussed. Finally, some characteristics of the Mexican *Volvariella bakeri* strains are given.

RESUMEN

Se discute el potencial que representa el cultivo de los hongos comestibles en México y los resultados hasta ahora obtenidos por los autores, en el cultivo de *Pleurotus ostreatus* (Jacq. ex Fr.) Kumm. y *Volvariella bakeri* (Murr.) Shaffer, con cepas mexicanas obtenidas en el laboratorio. En *P. ostreatus* se ha logrado obtener una producción significativa sobre la pulpa fresca del café, la cual alcanza una eficiencia biológica de 113.35%. El bagazo ya degradado por el hongo, puede ser utilizado como forraje para el ganado. Se discuten también los resultados preliminares sobre el cultivo de *P. ostreatus* en otros residuos, como son el papel, bagazo de caña de azúcar y el rastrojo de maíz. Se presentan además algunas de las características de las cepas obtenidas de *Volvariella bakeri*.

INTRODUCCION

El cultivo de hongos comestibles en la actualidad, se ha manifestado como una alternativa ideal para satisfacer en gran medida, las necesidades proteínicas y nutricio-

* Parte III de la Serie Cultivo de *Pleurotus ostreatus* sobre desechos agrícolas publicada por los autores.

** INIREB, Laboratorio de Micología, Programa Flora de México, Apartado Postal 63, Xalapa, Ver. Proyecto CONACyT (PCECBNA-020353).

nales de la población que habita en los países subdesarrollados, en función de su bajo costo de producción, alto contenido proteínico y su obtención en grandes cantidades en un lapso corto de tiempo. Más de 15 especies de hongos, agrupadas en varios géneros, son cultivadas comercialmente a gran escala en diferentes partes del mundo (Chang y Hayes, 1978), 13 de las cuales se encuentran creciendo en forma natural en diferentes zonas de México (Guzmán, 1977) y consecuentemente pueden llegar a producirse en el país (tabla 1).

De los hongos señalados en la tabla 1, *Lentinus cubensis* es probable que sea un sinónimo de *L. edodes* (Berk.) Sing., el conocido "shii-take" del Japón y cultivado comercialmente en dicho país, además de Hong Kong y Corea, como recientemente lo discutieron Guzmán y Guzmán-Dávalos (1984). Cepas de *L. edodes* de Corea se están experimentando por parte de la Subsecretaría Forestal de la SARH en Puebla, Pue. (Lee e Hirata, 1984). Referente a *Pleurotus smithii* solamente se conoce de México y del Perú; es un hongo comestible de buen sabor y se ha experimentado en cultivo en la Escuela Nacional de Ciencias Biológicas del IPN. (Guzmán *et al.*, 1980) y recientemente en la Subsecretaría Forestal de la SARH de Puebla (Lee e Hirata, 1984).

Es sorprendente que *Dictyophora indusiata* señalado en la tabla 1, sea objeto de comercio en el este de Asia, ya que como todos los Faláceos a los que pertenece este hongo, presenta un fuerte olor desagradable, principalmente en la gleba (parte superior del sombrero), la cual es gelatinosa y atrae a los insectos (moscas), los cuales diseminan las esporas a través de las patas. Recientemente se obtuvo la técnica para cultivarlo comercialmente (Lin *et al.*, 1982). * En México al igual que todos los Faláceos en Europa y EUA, se desprecian por su olor desagradable. Sin embargo, en China es valorado este hongo entre los más delicados, por su "sabor tan especial". Un kilo de este hongo fresco se cotiza en alrededor de \$800 a \$1000 dólares (!).

En México solamente el conocido "champiñón", *Agaricus bisporus* (Lange) Imbach, ha sido cultivado a escala comercial por la Compañía de Hongos de México, S. A. en México, D. F. desde hace más de 20 años; recientemente, en dicha compañía, se empieza a cultivar *Pleurotus ostreatus* (Jacq. ex Fr.) Kumm. sobre paja de trigo; en ambos casos con cepas procedentes del extranjero. A escala pequeña diversas personas cultivan en México *Agaricus bisporus* y *A. bitorquis* (Qué.) Sacc.; este último lo confunden taxonómicamente con el primero; le llaman también "champiñón" y lo citan como *A. bisporus*.

México es un país básicamente agrícola, con una extensión territorial muy significativa y por ello, cuenta con una gran cantidad de climas y tipos de vegetación, los cuales confluyen en la formación de mosaicos ecológicamente distintos y con características propias, que van desde las zonas áridas y semiáridas del norte, hasta los bosques tropicales del sureste. Sin embargo, las dos terceras partes del área total del país

* Lin *et al.* identificaron este hongo como *D. duplicata* (Bosc ex Fr.) Fischer

Tabla 1. Especies de hongos comestibles que crecen en México y que son susceptibles de ser cultivados.

- Agaricus bitorquis* (Quéll.) Sacc.
Flammulina velutipes (Curt. ex Fr.) Sing.
Pholiota mutabilis (Schaeff. ex Fr.) Kumm.
Lentinus cubensis (B. & C.) Sing.
Pleurotus smithii Guzmán
P. ostreatus (Jacq. ex Fr.) Kumm.
P. cornucopiae (Paul. ex Fr.) Gill.
Volvariella bombycina (Schaeff. ex Fr.) Sing.
V. bakeri (Murr.) Shaffer
Auricularia fusco-succinea (Mont.) Farl.
A. polytricha (Mont.) Sacc.
Tremella fuciformis Berk.
Dictyophora indusiata (Vent. ex Pers.) Desv.

son montañas, muchas de ellas no útiles desde el punto de vista agrícola, por tener una pendiente superior al 25%. En el sector agrícola, los cultivos de mayor importancia son el maíz, el frijol, el sorgo, el trigo, la caña de azúcar y el café, entre otros, los cuales generan gran cantidad de residuos lignocelulósicos. En general, la utilización y atención que en la actualidad se les da a estos desechos agrícolas, que representan miles de toneladas al año, es casi nula. Es urgente y necesario encontrar los mecanismos adecuados, mediante los cuales se logre reciclar aceleradamente estos productos en los ecosistemas, tratando de que su daño en el medio sea mínimo.

De los cultivos antes señalados, el café (Fig. 1), constituye el producto más importante de exportación en México y aunque es indudable el carácter rentable del café desde el punto de vista económico, no tan sólo en México, sino en toda la América Latina, el método utilizado para el tratamiento del fruto hasta la obtención del grano, ha tenido muy poca variación a través del tiempo, desde que el café fue introducido por primera vez en México a principios de siglo. Este método denominado "beneficiado húmedo del café", que es evidentemente el más usado, representa en su proceso el inconveniente de que se producen gran cantidad de desechos orgánicos formados por el bagazo o pulpa del café que representa el 43.2% del peso fresco de fruto y la cascarilla que la forma el 6.1%, entre otros. Estos desechos, cuyo monto total asciende a más de un millón de toneladas anuales, son tirados a los ríos o a terrenos potencialmente agrícolas (Fig. 2), constituyendo un grave problema de contaminación ambiental. Se imposibilita el uso posterior del agua así alterada para el riego o el consumo humano y animal y se limita drásticamente el uso agrícola de los terrenos con tales desechos.

Una de las opciones más viables y prometedoras de la utilización práctica de los desechos producidos en la industrialización del café, la podría constituir el cultivo de

los hongos comestibles como *Pleurotus ostreatus* y *Volvariella bakeri* en tales medios, ya que el rápido crecimiento de estos organismos, repercutiría en la obtención de una biomasa significativa con alto contenido de proteínas en pequeñas áreas.

Es conveniente recalcar también, desde el punto de vista etnomicológico, el papel tan importante que juegan los hongos comestibles en México, ya que desde tiempos prehispánicos al presente se utilizan en la alimentación. Se sabe que existen más de 200 especies comestibles que crecen en diversos tipos de bosques y que son consumidos en grandes cantidades por la población indígena y campesina del país, o en menor grado por la población urbana y suburbana, mediante la venta de estos hongos en los mercados. En los trabajos de De Avila *et al.* (1980), Guzmán (1977), Herrera y Guzmán (1961) y Mapes *et al.* (1981), entre otros, se discute ampliamente este hecho, recalcando que en todos los casos, la producción de hongos en el bosque está supeditada al clima, ya que solamente crecen en la época de lluvias correspondiente a los meses de junio a septiembre.

MATERIALES Y METODOS

En el Instituto Nacional de Investigaciones sobre Recursos Bióticos (INIREB), de Xalapa, Ver., se está llevando a cabo una línea de investigación tendiente a desarrollar las técnicas adecuadas que permitan obtener el cultivo de los hongos comestibles sobre el bagazo del café a bajo costo, utilizando para ello cepas aisladas a partir de especímenes que crecen de manera silvestre en dicho medio en la región central del Estado de Veracruz. Este proyecto financiado por el CONACyT, comenzó en septiembre de 1983 y tiene como primera fase desarrollar el cultivo industrial de *Pleurotus ostreatus* (Jacq. ex Fr.) Kumm. en la pulpa del café.

En la segunda fase del proyecto, la cual se ha iniciado a mediados de 1984, se pretende desarrollar las técnicas que permiten la explotación industrial o semiindustrial de *Volvariella bakeri* (Murr.) Shaffer en diversos desechos agrícolas como el bagazo de café, la paja de cebada y trigo y el bagazo de algodón y del henequén, entre otros. Tanto *Pleurotus ostreatus* como *Volvariella bakeri* son comunes en México en zonas subtropicales y tropicales, en donde crecen sobre diversos desechos orgánicos, tales como troncos podridos, mantillo, caña de azúcar y de henequén, tal como lo hizo ver Guzmán (1977).

En fases subsiguientes del proyecto, *Auricularia polytricha* (Mont.) Sacc. y *A. fuscosuccinea* (Mont.) Farlow, hongos que también son abundantes en México en los bosques tropicales y subtropicales (Guzmán, 1977), serán asimismo objeto de cultivo. Estos hongos son muy importantes en el sureste de Asia, en donde se cultivan intensivamente (Chang y Hayes, 1978).

Se han obtenido las siguientes cepas de *Pleurotus ostreatus*: INIREB 6, 8, 20, 28, y 29, réplicas las cuales (excepto la INIREB 8) se han depositado y registrado en la Ame-

rican Type Culture Collection de EUA, con los siguientes números: ATCC-56276, 56277, 56278 y 56279, respectivamente. Dichas cepas han mostrado alto rendimiento, después de una cuidadosa selección en el laboratorio (Fig. 3).

Con las cepas INIREB-8 y 20 se preparó el inóculo con 200 gr. de semillas de trigo que se esterilizaron durante media hora a 121°C, en frascos de boca ancha de 13.5 cm de altura x 7.5 de diámetro. La colonización completa de micelio en el trigo de dichos frascos, tomó de 2 a 3 semanas de duración (Fig. 4).

La pulpa de café fresca ya pasteurizada de acuerdo al método de Zadrazil (1978) en otros substratos, se colocó en bolsas de plástico de 60 x 40 cm, o en mallas metálicas cilíndricas de 80 x 50 cm y una vez enfiada y drenada, fue inoculada con micelio de los frascos (Figs. 5-6).

La determinación química de la cafeína en el substrato, después del cultivo del hongo, se llevó a cabo mediante la técnica de Bailey-Andrew (*in* Horwitz, 1975).

En lo que respecta a *Volvariella bakeri*, se aislaron 2 cepas: INIREB 35 (ATCC-56903) y 36 (ATCC-56905) de origen multiespórico, a partir de carpóforos colectados en la región de Coatepec, Ver., una de ellas creciendo sobre bagazo de café y la otra sobre bagazo de caña de azúcar. Para llevar a cabo este tipo de aislamientos, se obtuvieron inicialmente las esporadas en papel filtro de tales carpóforos, luego se hicieron diluciones de las mismas en agua destilada estéril, se inocularon en medio de cultivo sólido de agar con extracto de malta y se incubaron a 35°C.

Las cepas aisladas se caracterizaron macro y microscópicamente a 6 diferentes temperaturas, desde 27.5-40°C, y en 6 tipos de medios de cultivo sólido en el laboratorio, con el objeto de, primeramente, determinar el medio de cultivo adecuado y la temperatura óptima para su crecimiento. Los medios de cultivo empleados fueron los siguientes: extracto de malta agar, medio completo para *Volvariella*, sabouraud, papa dextrosa agar, harina de maíz agar, y agar bacteriológico.

Muestras herborizadas de los carpóforos utilizados para efectuar los aislamientos, se encuentran depositadas en el Herbario del INIREB (XAL), los cuales previamente fueron determinados taxonómicamente en base a sus características macro y microscópicas. Igual se ha hecho con los carpóforos de *Pleurotus ostreatus*, como se indicó en Martínez (1984).

Las cepas obtenidas de *Pleurotus ostreatus* y *Volvariella bakeri* se están estudiando en el laboratorio en forma comparativa con cepas provenientes del extranjero, amablemente cedidas por especialistas de diversas instituciones. Se tienen así en estudio cepas de *Pleurotus ostreatus* de Alemania, Hong Kong y Corea y de *Volvariella volvacea* y *V. bombycina* de Hong Kong, además una de *Pleurotus floridanus* Sing. de EUA.

RESULTADOS Y DISCUSION

La selección de las cepas se realizó por hibridaciones mediante entrecruzamiento de micelios monospóricos compatibles, utilizando esporas de diferentes fructificaciones, formándose así los dicariones. Por ejemplo, la Fig. 3 nos muestra el dicarion INIREB-20, el cual fue obtenido a partir de los monospóricos compatibles 6 y 7 (cajas de petri de arriba de la figura). El primero de ellos se caracteriza por su rápida velocidad de crecimiento, mientras que el otro muestra su alta capacidad de producción de primordios de fructificaciones.

Una vez realizada la selección a dicho nivel, se efectuó otra, utilizando el bagazo de café esterilizado y puesto en condiciones de laboratorio. Finalmente, se seleccionaron las cepas INIREB-8 y 20, que son las que están experimentándose a nivel de campo.

Los resultados del trabajo de campo en *Pleurotus ostreatus* se muestran en la tabla 2, en donde se indica que la cepa INIREB-8 tiene una producción de 1316 g de fructificaciones frescas por 1.161 Kg de pulpa de café en peso seco (Fig. 8), en un total de 4 cosechas durante un periodo de 40 a 45 días. De acuerdo con ésto, es posible obtener hasta 146.22 Kg de hongos frescos por tonelada de bagazo de café en peso fresco, lo que significa una eficiencia biológica de 113.35%.

Para el caso de la cepa INIREB-20 la producción fue de 590 g de fructificaciones frescas, por 1.161 Kg de pulpa de café en peso seco en 3 cosechas. Por ello se obtendrían 65.55 Kg de hongos frescos por tonelada de pulpa de café fresca. Esta diferencia tan significativa entre ambas cepas, se debe a que la cepa INIREB-20 necesita más selección.

El alto contenido de cafeína en la pulpa del café, puede considerarse como el principal factor antifisiológico que impide la utilización de la misma en la alimentación de los animales (Bressani, 1979). Estudios químicos realizados al respecto, nos ilustran que existe una reducción considerable de cafeína durante todo el proceso de cultivo de *Pleurotus ostreatus*, de 8-12 g por kilogramo (0.8-1.2%) de cafeína que tiene originalmente, a menos de 2 g (0.2%) finalmente (tabla 3) la mayor reducción toma lugar durante el proceso de pasteurización, siendo mucho menor después de que el hongo ha sido cultivado en ella. Sin embargo, dado que en esta última la variación es mínima respecto de la pulpa pasteurizada, puede pensarse que sea debida más a la inexactitud de la técnica que a la posible acción del hongo, ya que en la actualidad no existe un método adecuado para la extracción completa de cafeína. Al respecto se ha iniciado una investigación con el objeto de ver que sucede con la reducción de la cafeína que toma lugar después de la pasteurización. Para ello se han hecho crecer cepas nativas y del extranjero de *Pleurotus ostreatus* con diferentes concentraciones de cafeína en el medio de cultivo.

Actualmente se está evaluando el efecto que tiene la cafeína en la cantidad y calidad de las fructificaciones, así como en la dicarionización de los micelios. Sin embargo,

Tabla 2. Cultivo de dos cepas seleccionadas de *Pleurotus ostreatus* en la pulpa de café fresca.

Cepa	Substrato	Peso fresco del substrato (Kg)	Peso seco del substrato (Kg)	Cosechas (g)				Total	A	B
				1a.	2a.	3a.	4a.			
8	fresco 100%	9	1.161	699	335	179	103	1316	113.35	146.22
20	fresco 100%	9	1.161	100	320	170		590	50.8	65.55

A: Eficiencia biológica (%).

B: Cosecha esperada por tonelada de pulpa de café (Kg por peso fresco).

Tabla 3. Variación del contenido de cafeína en la pulpa del café en el cultivo de *Pleurotus ostreatus*

Tipo de pulpa	Contenido de cafeína (%)
Fresca sin pasteurizar	0.79 - 1.2
Fresca pasteurizada	0.24 - 0.27
Después del cultivo del hongo	0.20

probablemente *P. ostreatus* no asimila la cafeína como tal, ya que es una molécula de peso molecular muy alto y se ha demostrado el efecto de la cafeína como un mutágeno que actúa inhibiendo a las enzimas del ADN (Muñoz y Dubovoy, 1979).

En el bagazo de café existen otros compuestos de importancia, como son la lignina, taninos y fenoles, los cuales constituyen factores antifisiológicos o barreras limitantes para la utilización de la celulosa y algunas proteínas por los animales (Bressani, 1979). Se sabe que *Pleurotus ostreatus* posee acción fenoloxidasas (Molitoris, 1979) y por lo tanto es capaz de atacar compuestos fenólicos y sus derivados, incluyéndose la lignina, por lo cual es de esperarse una reducción de estos compuestos en el bagazo del café por la acción del micelio.

Tomando en cuenta lo anterior, se puede obtener paralelamente a la producción de hongos comestibles un alimento no convencional (Fig. 8), de excelente calidad nu-

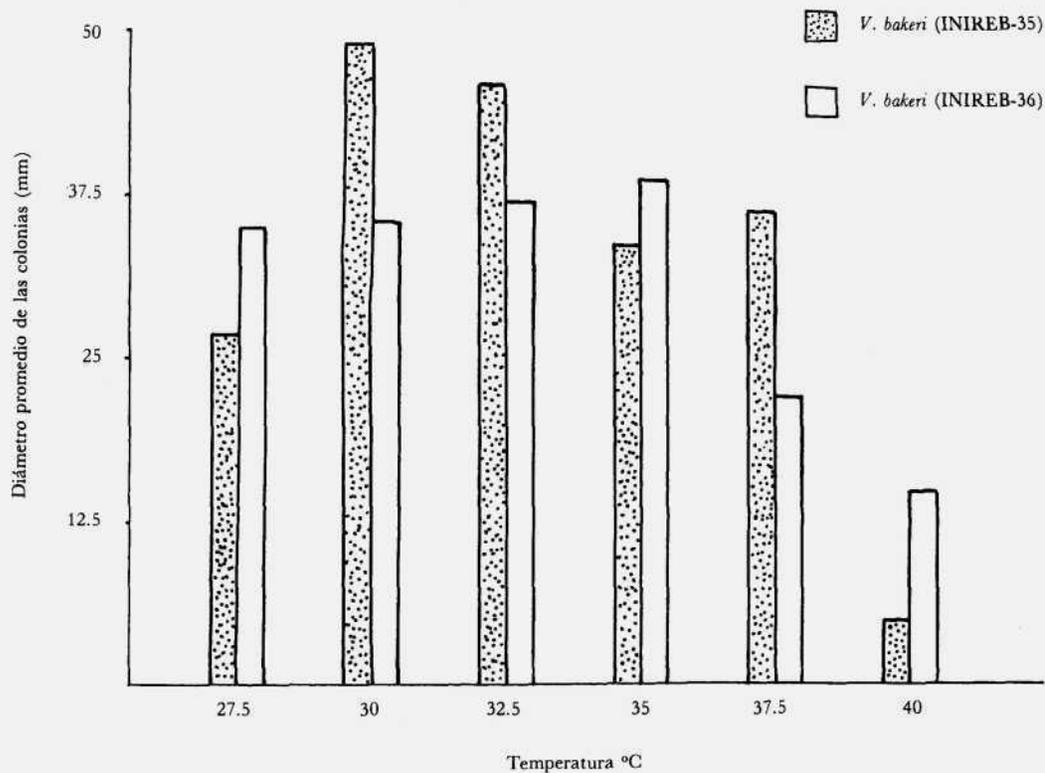


Tabla 4. Promedio de crecimiento de las cepas de *Volvariella bakeri* y *Volvariella bombycina* en extracto de malta agar, a los 2 días de inoculación

tricional para el ganado, si tomamos en cuenta que la pulpa del café ya utilizada para el cultivo de *Pleurotus ostreatus*, posee micelio del propio hongo que es rico proteínicamente, quedando bastante digerida, con una mayor cantidad de celulosa disponible y prácticamente libre de factores antifisiológicos, lo cual abre la posibilidad de utilizar otros residuos agro-industriales en la obtención de hongos comestibles y de forrajes para el ganado o fertilizantes para el suelo.

Independientemente de la línea de investigación de *Pleurotus ostreatus* sobre el bagazo de café, se han iniciado en el laboratorio pruebas experimentales del desarrollo del micelio de este hongo sobre desechos de papel y sobre rastrojos de maíz, con resultados hasta ahora bastante halagadores.

En lo que respecta a *Volvariella bakeri*, se obtuvieron dos cepas, la INIREB-35 y la 36, ambas de origen multiespórico. Los medios más adecuados para su crecimiento resultaron ser el extracto de malta en agar y el medio completo para *Volvariella volvacea* (según Chang, 1972). La temperatura óptima para ambas cepas fue de 32°C (tabla 49), basándose en la velocidad de crecimiento y características macro y microscópicas de las cepas. Ambas cepas presentaron abundante producción de clamidosporas; estas son de (19.3-) 23.4-31.6 (-37.6) μm de diámetro en la cepa INIREB-35 y de (20.5-) 22.3-32.6 (-38.6) μm en INIREB-36, esféricas, de pared gruesa y de color café rojizo. Chang y Yau (1971) registraron en *V. volvacea* clamidosporas de 58.8 μm .

Finalmente, puede concluirse que el cultivo de hongos comestibles en México, tales como *Pleurotus ostreatus* y *Volvariella bakeri*, entre otros, sobre residuos agro-industriales, como el bagazo de café, abre las posibilidades de obtener en corto tiempo y en poco espacio, cantidades significativas de proteínas para el hombre y un buen forraje no convencional y de bajo costo, así como un fertilizante de suelo.

Las investigaciones futuras deberán orientarse a la selección de cepas nativas, con el objeto de obtener cepas resistentes, con alto grado de desarrollo y de producción de cuerpos fructíferos.

AGRADECIMIENTOS

Los autores expresan su agradecimiento a las autoridades del CONACyT y del INIREB, quienes han financiado y apoyado este proyecto. Los Doctores S. T. Chang, J. Y. Lee y F. Zadrazil, de Hong Kong, Corea y Alemania Occidental, respectivamente, amablemente proporcionaron cepas seleccionadas usadas en el presente estudio. A la Química Irene Velázquez del INMECAFE, de Xalapa, se le agradece su valiosa ayuda para la determinación de cafeína en el presente estudio. También reconocen la colaboración de los Biólogos Gloria Carrión y Luis Villarreal, del INIREB, por la colecta de especímenes, así como la del técnico Luis González, por su ayuda en el laboratorio.

LITERATURA CITADA

- Bano, Z. y S. Rajarathnam, 1982. **Pleurotus** mushroom as nutritious food. In: Chang, S. T. y T. H. Quimio (Eds.). **Tropical mushrooms. Biological nature and cultivation methods**. Chinese University Press, Hong Kong.
- Bressani, R., 1979. Factores antifisiológicos de la pulpa de café In: Braham, J. E. y R. Bressani (eds.), *Pulpa de café, composición, tecnología y utilización*. CIID, Bogotá.
- Chang, S. T., 1972. **The Chinese mushroom (Volvariella volvacea)**, morphology, cytology, genetics, nutrition and cultivation. Chinese University Press, Hong Kong.
- Chang, S. T., 1980. Mushrooms as human food. **BioScience** 30: 399-401.
- Chang, S. T. y W. A. Hayes, 1978. **The biology and cultivation of edible mushrooms**. Academic Press, Nueva York.
- Chang, S. T. y C. K. Yau, 1971. **Volvariella volvacea** and its life history. **Am. J. Bot.** 58: 552-561.
- Crisan, E. V. y A. Sands, 1978. Nutritional value. In: Chang, S. T. y W. A. Hayes (Eds.), **The biology and cultivation of edible mushrooms**. Academic Press, Nueva York.
- De Avila, A., A. L. Welden y G. Guzmán, 1980. Notes on ethnomycology of Hueyapan, Morelos. **Journ. Ethnopharmac.** 2: 16-24.
- Eger, G., 1974. Rapid method for breeding **Pleurotus ostreatus**. **Mush. Sci.** 9: 567-573.
- Guzmán, G., 1977. **Identificación de los hongos comestibles, venenosos, alucinantes y destructores de la madera**. Limusa, México, D. F.
- Guzmán, G., y L. Guzmán-Dávalos, 1984. Nuevos registros de hongos del Estado de Veracruz. **Bol. Soc. Mex. Mic.** 19.
- Guzmán, G., R. Valenzuela y A. Canale, 1980. Primer registro de **Pleurotus smithii** de América del Sur y obtención de la fase asexual de la cepa mexicana. **Bol. Soc. Mex. Mic.** 14: 17-26.
- Herrera, T. y G. Guzmán, 1961. Taxonomía y ecología de los principales hongos comestibles de diversos lugares de México. **An. Inst. Biol. Méx.** 32: 33-135.
- Horwitz, W. (Ed.), 1975. **Official methods of analysis of the association of official analytical chemists**. A.O.A.C., Washington, D. C.
- Lee, T. S. y R. J. Hirata, 1984. Memorias Simposium sobre el cultivo de hongos. Subsecretaría Forestal, SARH, Puebla.
- Lin, J. N., C. R. Zheng, Q. L. Zhang y Q. M. Liu, 1982. Studies on the artificial cultivation of **Dictyophora duplicata** (Bosc) Fish. **Mushroom Newsletter for the tropics** 2 (3): 14-15.
- Mapes, C., G. Guzmán y J. Caballero, 1981. **Etnomicología Purépecha**. Etnobiología 2, Dir. Gral. Culturas Populares (SEP), Soc. Mex. Mic. y UNAM, México, D. F.
- Martínez, D., 1984. Cultivo de **Pleurotus ostreatus** sobre desechos agrícolas, II: Obtención y caracterización de cepas nativas en diferentes medios de cultivo sólido en el laboratorio. **Biótica** 9 (3): 243-248.
- Martínez, D. y G. Guzmán, 1983. The cultivation of **Pleurotus ostreatus** on agricultural wastes, I. Cultivation on the coffee pulp. **Sci. Cult. Tech. Edible Fungi Symp.** Kashmir, India.
- Molitoris, H. P., 1979. Wood degradation, phenoloxidases and chemotaxonomy of higher fungi. **Mush. Science** 10: 243-263.
- Muñoz, A. y C. Dubovoy, 1979. Influencia de la cafeína en la antibiosis de **Schizophyllum commune**. **Bol. Soc. Mex. Mic.** 13: 30-37.
- Zadrazil, F., 1978. Cultivation of **Pleurotus**. In: Chang, S. T. y W. A. Hayes (Eds.). **The biology and cultivation of edible mushrooms**. Academic Press, Nueva York.

Ver láminas a colores al final de este boletín
See color plates at the end of this volume



Fig. 1. Flor de café (*Coffea arabica* L.), la cual posteriormente dará origen al fruto.



Fig. 2. El beneficio del café en México, produce grandes cantidades de pulpa de café, que son tiradas en terrenos potencialmente agrícolas.

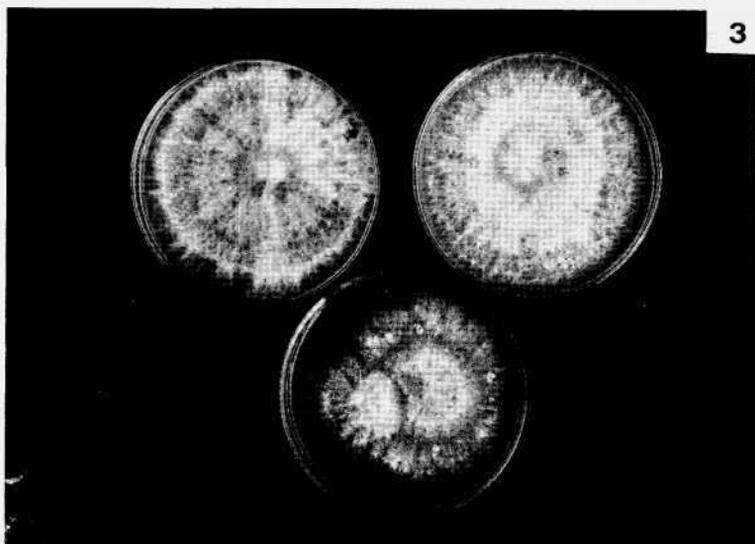


Fig. 3. Cepas de *Pleurotus ostreatus*. Dicarión INIREB-20 (ATCC-56277) (caja de petri inferior) formado a partir de micelios monospóricos compatibles (cajas de petri superiores).

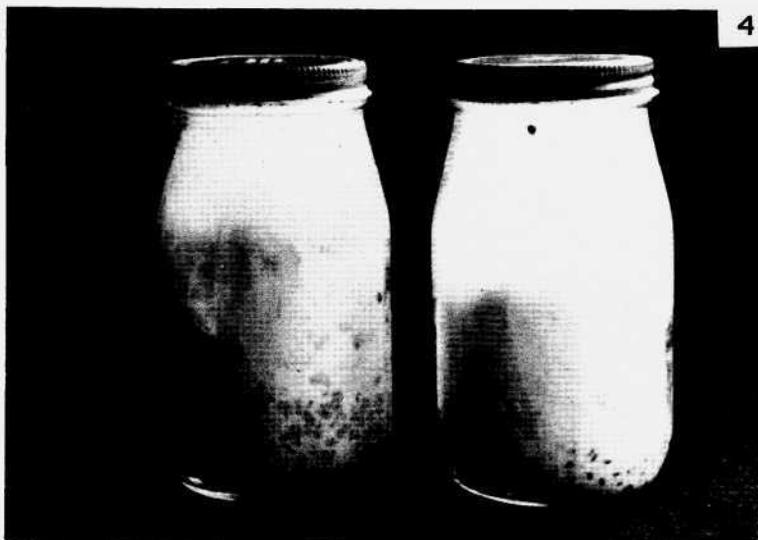


Fig. 4. Inóculo de *Pleurotus ostreatus* desarrollado sobre semillas de trigo en condiciones de esterilidad en frascos de boca ancha.



Fig. 7. Cepa INIREB-8, cultivada en pulpa de café, antes de la primera cosecha.

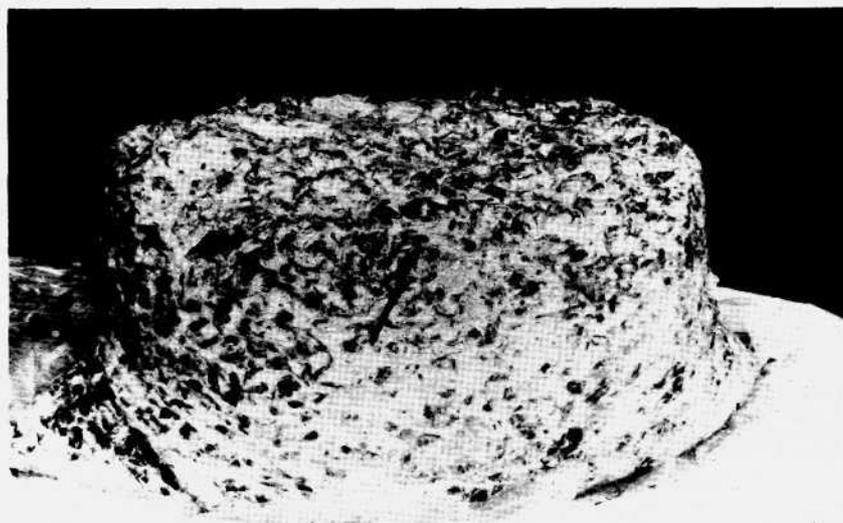


Fig. 8. Residuo de la pulpa de café después del cultivo de *Pleurotus ostreatus* en la misma, el cual constituye un alimento potencial no convencional de alto valor nutritivo para el ganado o un fertilizante para el suelo.