

ESTIMACION DE LA PRODUCCION ANUAL DE RESIDUOS AGROINDUSTRIALES  
 POTENCIALMENTE UTILIZABLES PARA EL CULTIVO DE HONGOS COMESTIBLES  
 EN MEXICO\*

por Gerardo Mata \*\* \*\*\* y  
 Daniel Martínez-Carrera \*\*

ESTIMATED ANNUAL PRODUCTION OF AGRICULTURAL AND FOREST BY-PRODUCTS  
 WHICH CAN BE POTENTIALLY USED FOR EDIBLE MUSHROOM CULTIVATION  
 IN MEXICO

SUMMARY

The States of Jalisco, México, Chiapas, Guanajuato and Michoacan produce 51.7 % of the Mexican agricultural by-products. The straws of benne, rice, saffron, barley, wheat, and sorghum are produced in thirty States of Mexico, reaching about 11,342,758 tons, which could be used to produce around 10,718,907 tons of fresh fruiting bodies of Pleurotus ostreatus or 145,527 tons of Volvariella bakeri. About 690,249 tons of coffee pulp are produced yearly in Mexico and one could obtain up to 110,370 tons of P. ostreatus. A potential production of 6,281,354 tons of P. ostreatus could be produced from 12,798,194 tons of sugarcane bagasse. 147,000 tons of henequen bagasse and 26,000 tons of tequila bagasse were produced in 1986, which could be used to produce about 19,110 tons and 3380 tons of P. ostreatus, respectively. Furthermore, the main forest residues are from oak (242,203 tons), tropical common woods (360,614 tons), and pine (4,408,103 tons), which can be good substrates to produce about 84,771 tons of shii-take, 133,427 tons of Auricularia fuscosuccinea, and 1,102,025 tons of Flammulina velutipes, respectively.

RESUMEN

Los Estados que presentan una mayor potencialidad para el uso de esquilmos agrícolas son Jalisco, México, Chiapas, Guanajuato y Michoacán, ya que producen el 51.7 % del total. Las pajas de ajonjolí, arroz, cártamo, cebada, trigo y sorgo se producen en 30 Estados de la República y alcanzan un volúmen de 11,342,758 ton. Las especies que pueden cultivarse en dichos esquilmos son Pleurotus ostreatus y Volvariella bakeri, cuya producción aproximada podría llegar a 10,718,907 ó 145,527 ton de hongos frescos, respectivamente. En México se generan alrededor de 690,249 ton de pulpa de café, con las que se podrían obtener cerca de 110,370 ton de P. ostreatus. En 1987 se produjeron en México 12,798,194 ton de bagazo de caña, en el cual se puede cultivar P. ostreatus, alcanzando una producción potencial de

\* Trabajo presentado en el III Congreso Nacional de Micología, en Cd. Victoria, Tamaulipas.

\*\* INIREB, Proyecto Micología, Apartado Postal 63, Xalapa, Veracruz 91000, México.

\*\*\* Becario del CONACYT, Beca No. 52318.

6,281,354 ton de hongos frescos. En 1986 se produjeron 147,000 ton de bagazo de henequén y cerca de 26,000 de residuos del maguey tequilero, los cuales podrían producir aproximadamente 19,110 y 3,380 ton de P. ostreatus, respectivamente. Los principales residuos forestales son los de encino con 242,203 ton, diversos tropicales con 360,614 ton y los de pino con 4,408,103 ton, a partir de los cuales podrían obtenerse 84,771 ton de shiitake, 133,427 ton de Auricularia fuscossuccinea y 1,102,025 ton de Flammulina velutipes, respectivamente.

#### INTRODUCCION

El cultivo de los hongos comestibles en subproductos agrícolas, se ha consolidado como una alternativa viable para la producción de alimentos de consumo humano, además de generar complementos de la dieta animal y biofertilizantes para la agricultura, según lo han demostrado Chang (1982), Guzmán y Martínez-Carrera (1985) y Martínez-Carrera (1987). Sin embargo, es preciso conocer en donde y en que cantidad y bajo que condiciones se producen los desechos agrícolas, con el objeto de seleccionarlos para el cultivo de la especie de hongo más adecuada.

Este trabajo pretende estimar la producción anual de esquilmos agrícolas, subproductos agroindustriales y forestales en México, que pueden ser utilizados para cultivar hongos comestibles. Para ello, se revisaron los archivos de la Secretaría de Agricultura y Recursos Hidráulicos (SARH), en México, D.F.; las estadísticas del Instituto Mexicano del Café (INMECAFE), en Xalapa, Ver. y la información bibliográfica disponible.

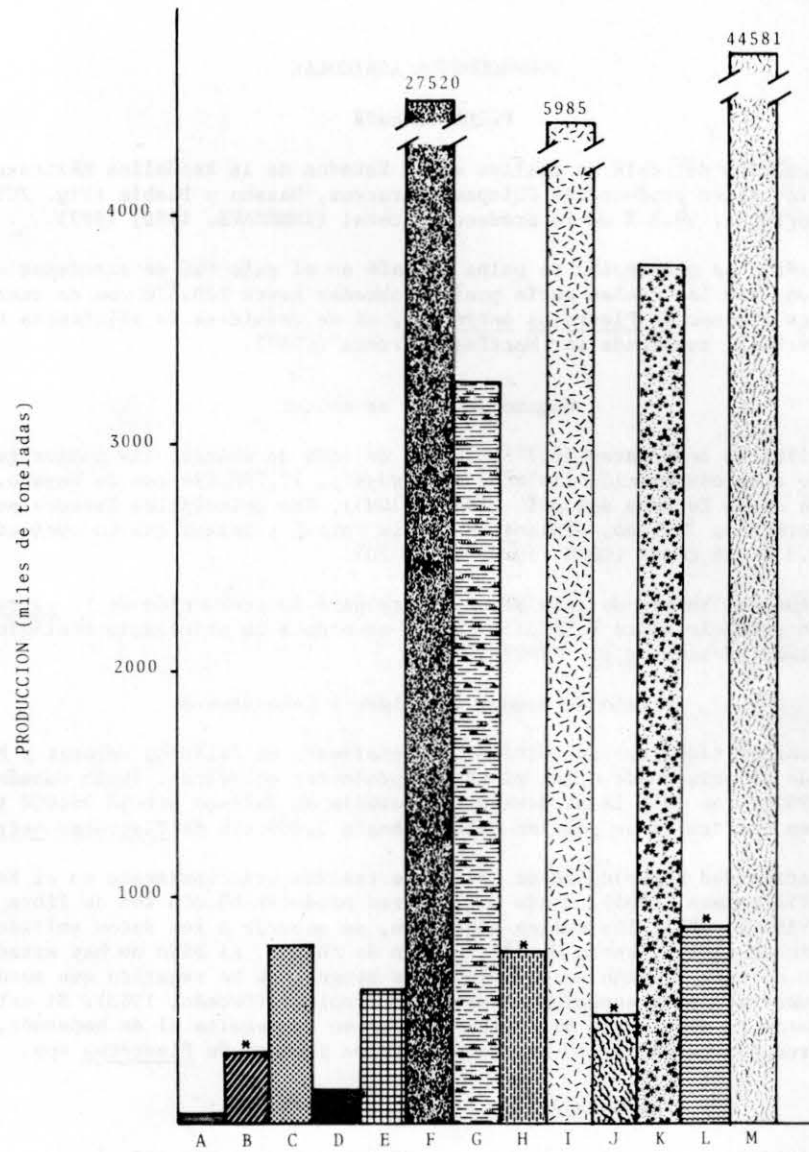
#### LOS RESIDUOS AGROINDUSTRIALES EN MEXICO

Para un mejor manejo de los datos en este trabajo, la información se ha dividido de la siguiente manera: 1) Esquilmos agrícolas, los cuales se refieren a los desechos de actividades agrícolas, como son las pajas y rastrojos de diversos cereales; 2) Subproductos agroindustriales, que son aquellos residuos que se obtienen de la industrialización de los productos agrícolas, como la pulpa de café, bagazo de caña, henequén y maguey tequilero y 3) Subproductos de la industria forestal.

#### ESQUILMOS AGRICOLAS

En 1986 la producción nacional de esquilmos agrícolas fué de 44,581,448 ton (SARH, 1986) (Fig. 1), de las cuales el restrojo de maíz, paja de trigo, pata de sorgo y olote de maíz significaron en conjunto el 90.94 % del total (Fig. 2A). En orden de importancia, los Estados de Jalisco, México, Chiapas, Guanajuato y Michoacán produjeron el 51.7 % del total de dichos subproductos (Fig. 2B).

La paja de cebada es la que más ha sido utilizada en el cultivo de hongos, tanto en México como en otros países. Suponiendo que el rendimiento en producción de hongos frescos de la paja de cebada, es similar al de otras pajas, tenemos que en las pajas de ajonjolí, arroz, cártamo, cebada, trigo y sorgo que suman 11,342,759 ton (25.42 % del total de los esquilmos), la producción de P. ostreatus (Jacq. ex Fr.) Kumm. sería de 10,718,907 ton y la de V. bakeri (Murr.) Shaffer alrededor de 145,527 ton de acuerdo a las eficiencias biológicas registradas por Martínez-Carrera (1988).



\* No tratados en este trabajo.

Fig. 1. Producción nacional de esquilmos agrícolas (tomado de diversas fuentes).  
 A: Paja de ajonjolí; B: Vara de algodón; C: Paja de arroz; D: Paja de cártamo; E: Paja de cebada; F: Rastrojo de maíz; G: Olote de maíz; H: Toto moxtle de maíz; I: Pata de sorgo; J: Paja de soya; K: Paja de trigo; L: Paja de frijol; M: Total.

## SUBPRODUCTOS AGRICOLAS

## Pulpa de café

El cultivo del café se realiza en 13 Estados de la República Mexicana, siendo los principales productores Chiapas, Veracruz, Oaxaca y Puebla (Fig. 2C), los cuales aportan el 90.3 % de la producción total (INMECAFE, 1986, 1987).

En 1986, la producción de pulpa de café en el país fué de alrededor de 690,249 ton, con las cuales sería posible obtener hasta 110,370 ton de cuerpos fructíferos frescos de Pleurotus ostreatus, si se considera la eficiencia biológica del 159.95 %, reportada por Martínez-Carrera (1987).

## Bagazo de caña de azúcar

En 1985 se cosecharon 36,776,420 ton de caña de azúcar, las cuales generaron, de acuerdo a su composición (Toledo, com. pers.), 12,798,194 ton de bagazo. Aunque se cultiva en 15 Estados del país (INEGI, 1985), los principales Estados productores son Veracruz, Jalisco, Sinaloa, San Luis Potosí y Oaxaca que en conjunto aportan el 73.3 % del total (SARH, 1985) (Fig. 2D).

Si todo el bagazo de caña se utilizara para la producción de P. ostreatus, se podrían producir hasta 6,281,354 ton de acuerdo a la eficiencia biológica obtenida por Guzmán-Dávalos et al. (1987a).

## Bagazo de maguey tequilero y henequenero

El maguey tequilero se cultiva comercialmente en Jalisco, Nayarit y Michoacán, siendo el primero de ellos el máximo productor en México. Según Guzmán-Dávalos et al. (1987b), en 1986 la producción de tequila en Jalisco arrojó 26,000 ton de bagazo, con las cuales se podrían obtener hasta 3,380 ton de Pleurotus ostreatus.

La actividad henequenera de México se realiza principalmente en el Estado de Yucatán (Villanueva, 1985), donde se lograron producir 63,000 ton de fibra en 1986 (Fuentes Vivar, 1987), las cuales generaron, de acuerdo a los datos emitidos por Robles Sánchez (1980), cerca de 147,000 ton de bagazo. Si bien no hay estudios sobre el uso de este desecho en el cultivo de hongos, se ha sugerido que puede ser un buen sustrato para especies de afinidad tropical (Guzmán, 1983). Si extrapolamos los datos de eficiencia biológica del bagazo de tequila al de henequén, sería posible producir hasta 19,110 ton de carpóforos frescos de Pleurotus spp.

## Subproductos de la industria forestal

En 1986 la producción maderable en México fué de 8,958,542 m<sup>3</sup>R en la que las especies de pino representan el 81.9 %, las maderas tropicales el 6.7 %, los encinos el 4.5 % y el oyamel el 3.6 % (Fig. 3). De esta producción, aproximadamente el 70 % se generó en 4 Estados, a saber: Durango, Chihuahua, Michoacán y Jalisco (SARH, 1987) (Fig. 4). En 1986 dicha industria generó, de acuerdo a lo establecido por Priest (1976), 4,893,000 m<sup>3</sup>R de desperdicios (aserrín, ramas y puntas), equivalentes

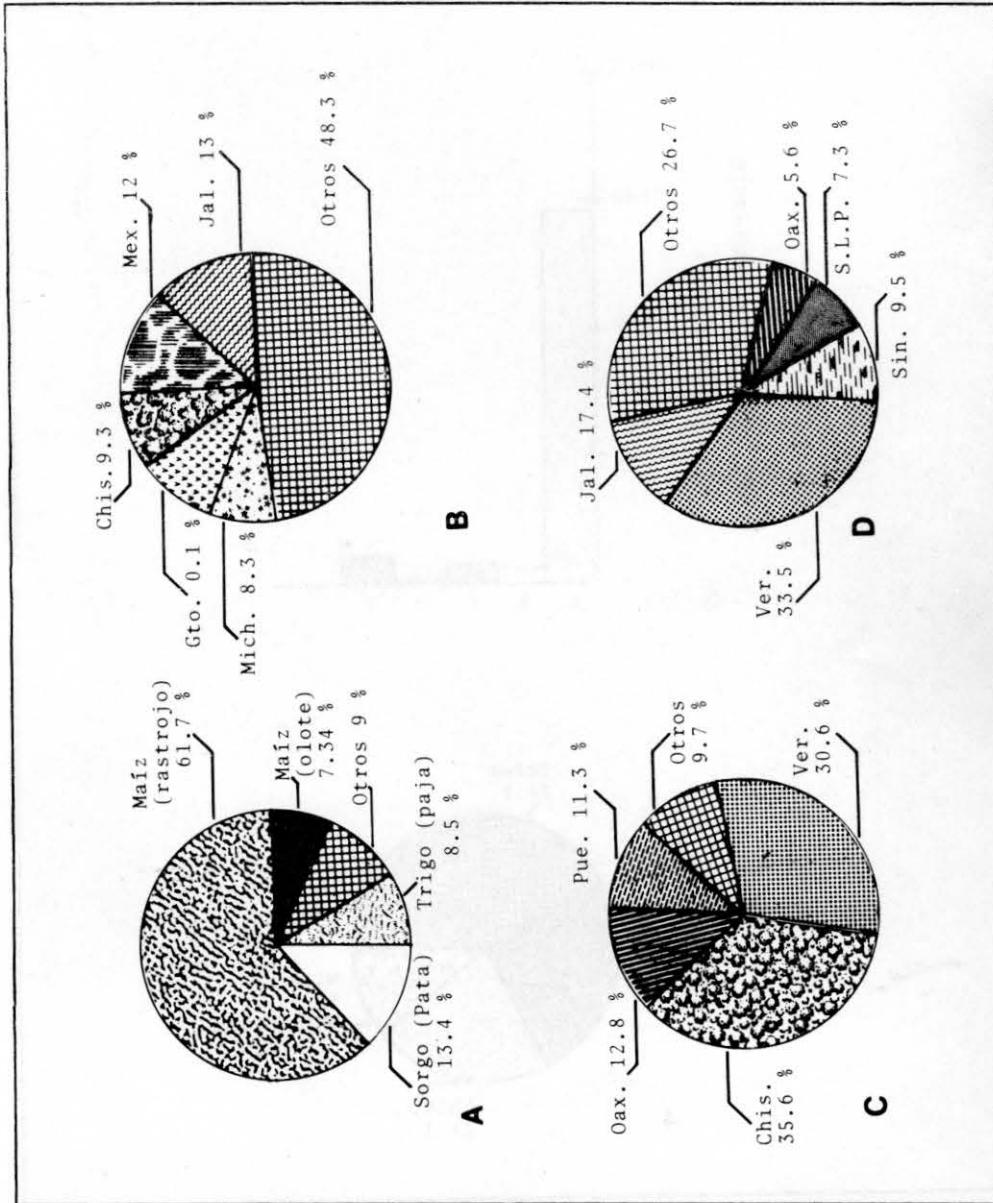
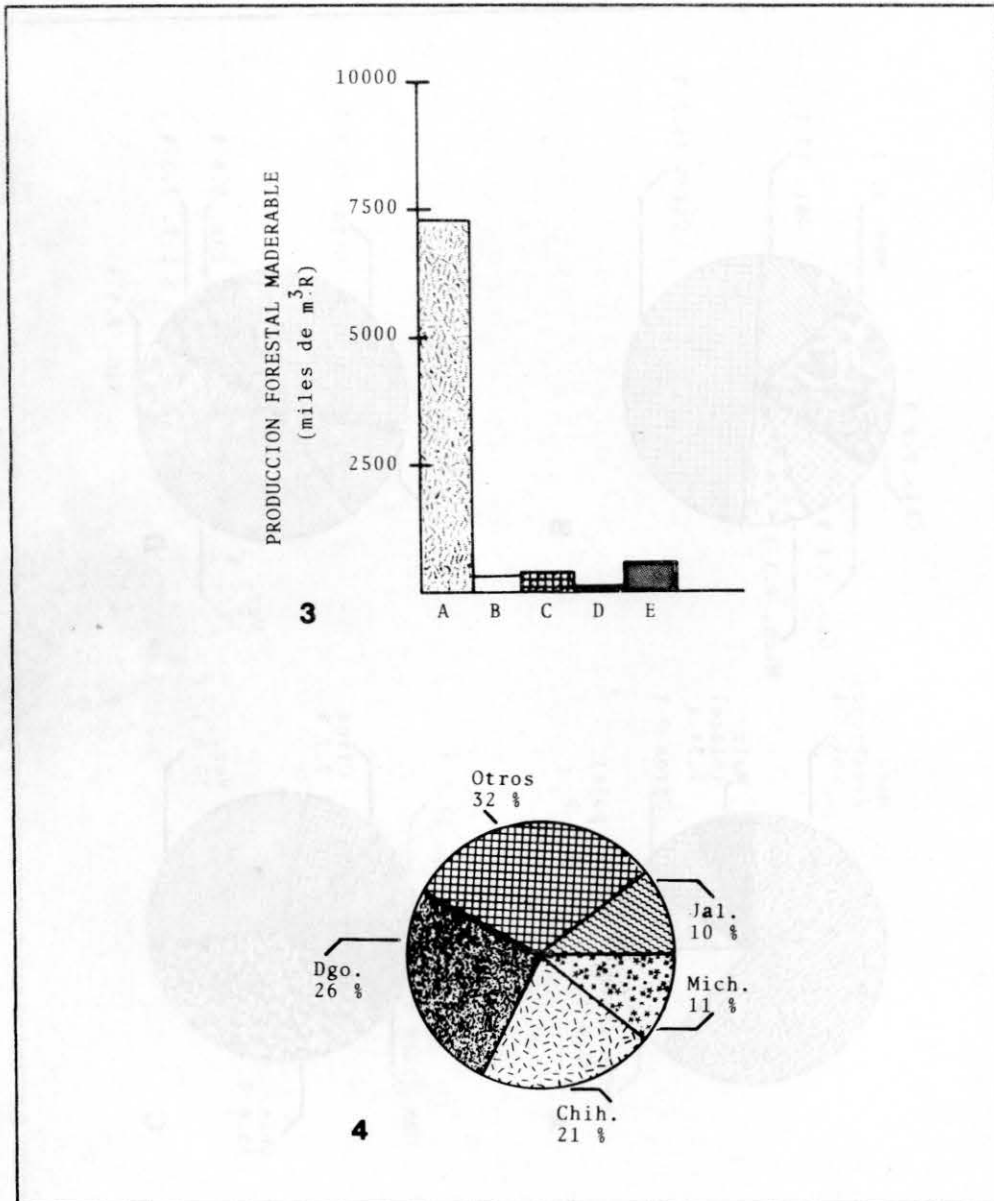


Fig. 2. Esquilmos y subproductos agrícolas producidos en México. A: Porcentaje de los principales esquilmos agrícolas; B: Estados productores de esquilmos agrícolas; C: Estados productores de café; D: Estados productores de caña de azúcar.



Figs.3-4.3: Producción forestal maderable de México por tipo de producto. A: Pino; B: Oyamel; C: Encino; D: Preciosas; E: Diversos tropicales. 4: Relación de los principales Estados productores de madera.



según Orensanz García y Navarro Virgos (1979), a cerca de 5.3 millones de toneladas.

Con los residuos forestales de encino (242,203 ton), los tropicales (360,614 ton) y los de pino (4,408,103 ton), se podrían obtener 84,771 ton de Lentinus edodes (Berk.) Sing., 133,427 ton de Auricularia fuscosuccinea (Mont.) Farl. y 1,102,025 ton de Flammulina velutipes (Curt. ex Fr.) Sing., respectivamente, tomando en cuenta las eficiencias biológicas registradas para cada especie por Auetragul (1984), Pérez Merlo (1988) y Tonomura (1978).

#### Otros desechos

Se producen en el país otros desechos agrícolas que también pueden emplearse para el cultivo de hongos comestibles, como son las hojas o pseudotallos del plátano, desperdicios de la industria algodonera, pulpa de cacao, pencas de nopal, bagazo de diferentes magueyes, copra, entre otros. Sin embargo, existen datos escasos o nulos sobre su abundancia y localización.

#### DISCUSION

Dado que México presenta una gran diversidad biológica y climática, los esquilmos y subproductos agrícolas y forestales se generan en zonas ecológicas diferentes, pero muy bien definidas conforme a su abundancia. A nivel nacional, se generan 58 millones de toneladas de esquilmos y subproductos agroindustriales que sumados a los casi 5 millones de m<sup>3</sup>R de residuos de la industria forestal (tablas 1 y 2), le confieren al país una producción potencial de hongos comestibles, que podría ascender hasta 18.5 millones de toneladas, aproximadamente. En el país, destacan 14 Estados, por los grandes volúmenes de subproductos que generan; sin embargo, Jalisco, Veracruz, Michoacán, Oaxaca, Chiapas, Durango y Chihuahua son los que mayor potencialidad presentan para el cultivo de hongos comestibles sobre residuos agrícolas y forestales (Fig. 5).

#### LITERATURA CITADA

- Auetragul, A., 1984. The highest aspects for cultivation oak mushroom (Lentinus edodes) in plastic bags. Mushroom Newsletter for the Tropics 5(2): 11-15.
- Chang, S.T., 1982. The prospects for mushroom protein in developing countries. In: Chang, S.T. y T.H. Quimio (Eds.). Tropical mushrooms, biological nature and cultivation methods. The Chinese University Press, Hong Kong.
- Fuentes Vivar, R., 1987. Residuos de la casta divina, los causantes de la peor crisis henequenera en Yucatán. Periódico La Jornada, 30 de diciembre de 1987. México, D.F.
- Guzmán, G., 1983. Los hongos de la Península de Yucatán, II. Nuevas exploraciones y adiciones micológicas. Biotica 8: 71-100.
- Guzmán, G. y D. Martínez-Carrera, 1985. Planta productora de hongos comestibles sobre la pulpa de café. Ciencia y Desarrollo 65: 41-48.
- Guzmán-Dávalos, L., C. Soto y D. Martínez-Carrera, 1987a. El bagazo de caña como sustrato para la producción de Pleurotus en Jalisco. Rev. Mex. Mic. 3: 79-82.

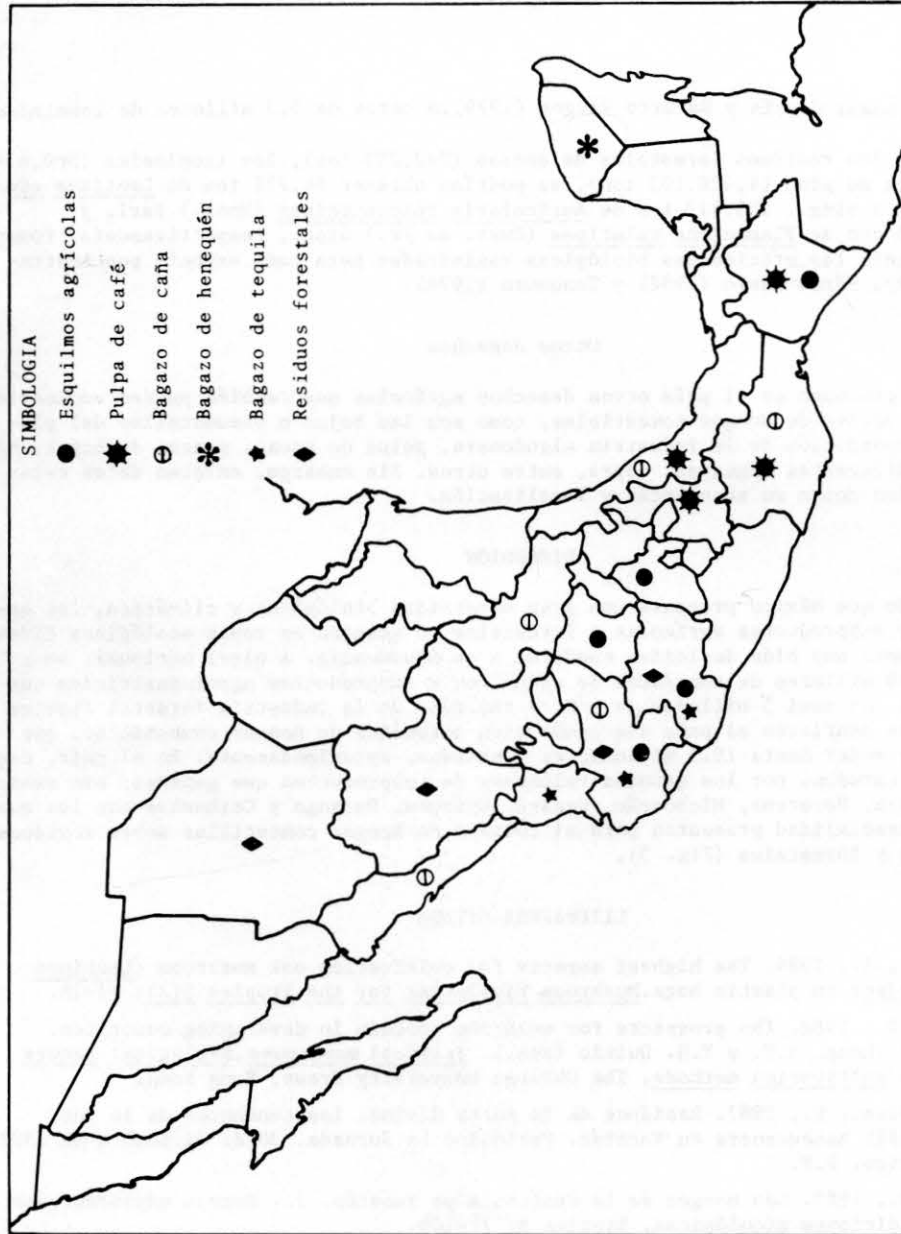


Fig. 5. Principales Estados de la República Mexicana productores de esquilmos agrícolas, subproductos agroindustriales y forestales.



TABLA 1. Estimación sobre los esquilmos agrícolas y subproductos agroindustriales producidos en México.

PRODUCTO	MILES DE TONELADAS *
Esquilmos agrícolas	44,581
Caña de azúcar	12,798
Café	690
Henequén	147
Maguey tequilero	26
TOTAL:	58,242

\* Tomado de varias fuentes. Todos los datos se refieren a 1986, excepto en el caso de la caña de azúcar que son de 1985.

TABLA 2. Estimación de los subproductos forestales producidos en México.

PRODUCTO	MILES DE m <sup>3</sup> R*
Aserrín	2687.5
Ramas	1378.2
Puntas	827.0
TOTAL:	4892.7

\* Datos tomados de SARH (1987)

- Guzmán-Dávalos, L., D. Martínez-Carrera, P. Morales y C. Soto, 1987b. El cultivo de los hongos comestibles (Pleurotus) sobre el bagazo de maguey de la industria tequilera. Rev. Mex. Mic. 3: 47-49.
- INEGI, 1985. Anuario de Estadísticas Estatales. INEGI, México, D.F.
- INMECAFE, 1986. Hablando de café. Boletín de solidaridad. Año 2 No. 2.
- INMECAFE, 1987. Datos Estadísticos. Inmecafe, Xalapa, Ver.
- Martínez-Carrera, D., 1987. Design of a mushroom farm for growing Pleurotus on coffee pulp. Mush. J. Tropics 7: 13-23.
- Martínez-Carrera, D., 1988. Past and future of edible mushroom cultivation in Tropical America. Mushroom Science 12: en prensa.
- Orensanz García, J.V. y C. Navarro Virgos, 1979. Cultivo del Pleurotus ostreatus sobre madera. Hojas divulgadoras 379. Ministerio de Agricultura, Madrid.
- Pérez-Merlo, R., 1988. Determinación del patrón de sexualidad de cepas mexicanas de Auricularia fuseosuccinea (Mont.) Farlow y su cultivo sobre pulpa de café y aserrín. Tesis Profesional, Facultad de Ciencias Biológicas, Universidad Veracruzana, Xalapa, Ver.
- Priest, D.T., 1976. The Utilization of wood residues. National Timber Research Institute, Houtim 53, Pretoria.
- Robles-Sánchez, R., 1980. Producción de oleaginosas y textiles. Limusa, México, D.F.
- SARH, 1985. Libreta de registros, Dirección de Área. Dirección de alimentación animal y recursos forrajeros. SARH, México, D.F.
- SARH, 1986. Libreta de registros, Dirección de alimentación animal y recursos forrajeros. SARH, México, D.F.
- SARH, 1987. México forestal. Avance de la producción maderable, diciembre de 1986. SARH, México, D.F.
- Tomomura, H., 1978. Flammulina velutipes. In: Chang, S.T. y W.A. Hayes (eds.). The biology and cultivation of edible mushrooms. Academic press, Nueva York.
- Villanueva, E., 1985. Crisis henequenera y movimientos campesinos en Yucatán. INAH, México, D.F.