

ESTUDIO COMPARATIVO ENTRE CEPAS MEXICANAS DE *Volvariella bakeri*
Y UNA EXTRANJERA DE *Volvariella volvacea* *

por Daniel Martínez-Carrera, **
Maricela Quirarte, Mercedes Sobal** y
Gastón Guzmán **

COMPARATIVE STUDY OF MEXICAN STRAINS OF *Volvariella bakeri*
AND A FOREIGN STRAIN OF *Volvariella volvacea* *

SUMMARY

Two mexican strains of *Volvariella bakeri* (Murr.) Shaffer and a foreign strain of *Volvariella volvacea* (Bull. ex Fr.) Singer were studied under identical conditions at different temperatures. Macro and microscopical characterization of the colonies were described for all temperatures. The optimal temperature for growth of *V. bakeri* and *V. volvacea* was 32.5°C. The gross morphology with regard to texture, density, and color of aerial mycelia of the colonies were similar for both species. Likewise, microscopic features of hyphal diameter, and size of the swollen chlamidospore bearing cells were also virtually identical. Based in this study, it is supposed that *V. bakeri* is a synonym of *V. volvacea*.

RESUMEN

Se estudiaron dos cepas mexicanas de *Volvariella bakeri* y una cepa extranjera de *Volvariella volvacea* en condiciones idénticas a diferentes temperaturas, caracterizándose macro y microscópicamente las colonias. La temperatura óptima de crecimiento para *V. bakeri* y *V. volvacea* fue de 32.5°C. La morfología macroscópica en cuanto a textura, densidad, color y micelio aéreo de las colonias fue muy similar. Asimismo, las características microscópicas del diámetro de las hifas y tamaño de las células precursoras de clamidosporas fueron prácticamente las mismas. Con base a los resultados obtenidos, se supone que *V. bakeri* puede ser un sinónimo de *V. volvacea*.

* Este trabajo fue financiado por el CONACYT, a través del Proyecto PCECBNA-020353.

** Instituto Nacional de Investigaciones sobre Recursos Bióticos, Laboratorio de Micología, Programa Flora de México, Apartado Postal 63, Xalapa, Ver., 91000.

INTRODUCCION

Varias especies del género *Volvariella* son de suma importancia económica, ya que son comestibles y pueden cultivarse a nivel industrial, tal como lo hacen en el sureste de Asia y en Madagascar. *Volvariella volvacea* (Bull. ex Fr.) Sing., es una especie muy cultivada, alcanzando una producción total de aproximadamente 49,000 toneladas (Delcaire, 1981), la cual la sitúa en el tercer lugar de importancia dentro de los hongos cultivados. *Agaricus bisporus* y *Lentinus edodes* son las especies que ocupan el primero y el segundo lugar, respectivamente. Por otra parte varios estudios citológicos, genéticos y tecnológicos, se han realizado en *Volvariella volvacea* (Chang, 1983).

V. bakeri (Murr.) Shaffer es una especie americana comestible, que crece en México sobre diversos substratos, tales como, madera en putrefacción y bagazos de caña de azúcar, de café, de henequén y de algodón, entre otros (Guzmán, 1983; Martínez-Carrera *et al.*, 1984). Esta especie al parecer, se encuentra restringida al trópico y subtrópico americano, donde hasta la fecha no se ha logrado producir comercialmente, a pesar de ser un hongo comestible de bastante aceptación y potencialmente cultivable.

Los estudios sobre la biología de *V. bakeri* son sumamente escasos en comparación con los de *V. volvacea*. San Antonio *et al.* (1984) estudiaron comparativamente a nivel de laboratorio en E.U.A., cepas de *V. bakeri* de Puerto Rico y cepas de *V. volvacea* de Asia. Salmones *et al.* (1987) realizaron un estudio similar entre *V. bakeri* de México y *V. bombycina* (Schaeffer ex Fr.) Sing. de Hong Kong.

En el presente trabajo, se discuten los resultados de un estudio comparativo entre cepas mexicanas de *V. bakeri* y una cepa de *V. volvacea* de Hong Kong.

MATERIALES Y METODOS

Las cepas utilizadas de *Volvariella bakeri*, están registradas en el Cepario del INIREB, como INIREB-36 y 51 (Martínez-Carrera *et al.*, 1987). La cepa INIREB-36, proviene de un aislamiento multiespórico realizado a partir de una esporada del espécimen Martínez-Carrera 257, colectado en el Km. 6 de la carretera Coatepec-Xalapa, vía Las Trancas, en 1983. La cepa INIREB-51, fue aislada vegetativamente del espécimen Martínez-Carrera 296, colectado en la misma localidad, pero en 1985. Los especímenes de ambas colectas, crecían sobre pulpa de café y se encuentran depositados en el Herbario XAL del INIREB.

La cepa extranjera de *V. volvacea* fue adquirida por uno de los autores (Martínez-Carrera) durante su estancia en la Universidad China de Hong Kong en 1984, de parte del Dr. S.T. Chang. Se encuentra depositada en el cepario con el número INIREB-37.

Las dos cepas mexicanas de *V. bakeri* estudiadas, fueron resemebradas y estudiadas independientemente, en medio de cultivo sólido de agar con extracto de malta (Bioxon). Se realizó una caracterización morfológica macro y microscópica de las colonias, bajo obscuridad y en las siguientes temperaturas: 25°, 27.5°, 30°, 32.5°, 35°, 37.5° y 40°C. Se hicieron 5 réplicas de cada cepa, en cada temperatura estudiada.

La morfología macroscópica se estudió tomando en cuenta el color, la textura, la densidad y la velocidad de crecimiento de las colonias. La velocidad de crecimiento se estimó midiendo el diámetro alcanzado por las colonias cada 24 h, hasta que cubrían el diámetro de la caja de Petri. En cuanto a la morfología microscópica, se tomó en cuenta el diámetro de las hifas, el de las células precursoras de clamidosporas y el de las clamidosporas.

RESULTADOS

Volvariella bakeri en sus dos cepas estudiadas, presentó ciertas características macroscópicas variables según la temperatura empleada. En el rango de 25° a 27.5°C, las colonias fueron poco densas con escaso micelio aéreo; de 30° a 35°C fueron densas a poco densas con abundante micelio aéreo; a 37.5°C la textura fue lanosa, poco densa, con abundante micelio aéreo en la parte central de la colonia y a 40°C las colonias tuvieron escaso micelio aéreo y fueron poco densas (ver tabla 1). En general, la cepa INIREB-36, fue un poco más densa y con micelio aéreo más abundante que la INIREB-51. La máxima velocidad de crecimiento se presentó a 35°C, donde las colonias cubrieron la caja de Petri en tan solo 3 días, mientras que la mínima se presentó a 40°C, donde las colonias tardaron entre 10 y 11 días (Fig. 1).

V. volvacea por otra parte, mostró colonias poco densas y con escaso micelio aéreo de 25° a 27.5°C; fueron poco densas o muy densas, con micelio aéreo abundante de 30° a 35°C y poco densas con micelio aéreo regular o escaso de 37.5° a 40°C. La mayor velocidad de crecimiento de esta cepa se presentó a los 35°C, donde las colonias cubrieron la caja de Petri en un lapso de 4 días, mientras que la mínima fue a los 40°C, en un periodo de 11 días (Tabla 1).

Las cepas de *V. bakeri* y *V. volvacea* presentaron características microscópicas muy similares, tanto en el diámetro de las hifas como en el de las células precursoras individuales (Tabla 2). Las hifas son septadas, con estructuras semejantes a fíbulas (Fig. 2), cuyo diámetro para *V. bakeri* fue (4-5)-6-11-(12-20) μm y para *V. volvacea* (5-6)-7-11-(12-17) μm . En esta última se observaron también hifas con forma ondulada. El diámetro de las células precursoras individuales para *V. bakeri* fue (7-10)-11-22.5(-23-43.5) μm y para *V. volvacea* (7-8.5)-10.5-17.5(-18.7-26) μm . En general, se presentaron dos tipos de células precursoras individuales para ambas especies, las de forma ovalada y las de forma oblongo-elíptica, que

Tabla 1. Comportamiento de dos cepas mexicanas de *Volvariella bakeri* y una de *V. volvacea* de Hong Kong, a diferentes temperaturas en agar con extracto de maltà.

TEMPERATURA (°C)	CARACTERISTICAS MACROSCOPICAS		CARACTERISTICA MICROSCOPICA	
	Aspecto de la colonia	Días en cubrir la caja de Petri INIREB-36 INIREB-51	Presencia de clamidosporas	
V. bakeri				
25-27.5	blanquecina, poco lanosa, poco densa y escaso micelio aéreo	5.5	5.7	SI
30-32.5	blanquecina, poco lanosa, abundante micelio aéreo y densa	4	4.5	SI
35	blanco amarillenta, lanosa, con abundante micelio aéreo y poco densa	3	3	NO
37.5	blanco amarillenta, lanosa, con abundante micelio aéreo en el centro y poco densa	6	6	NO
40	blanco amarillenta, muy lanosa, escaso micelio aéreo y poco densa	11	10	NO
V. volvacea				
25-27.5	blanco amarillenta, algodonosa, poco densa y con escaso micelio aéreo	INIREB-37 5.7		NO
30-32.5	blanco amarillenta, algodonosa, densa a muy densa y abundante micelio aéreo	5		NO
35	amarillenta, poco lanosa, poco densa y micelio aéreo regular	4		NO
37.5	amarillenta, poco lanosa, poco densa y micelio aéreo regular	7		NO
40	amarillenta, algodonosa, poco densa y escaso micelio aéreo (menos que INIREB-36 y 51)	11		NO

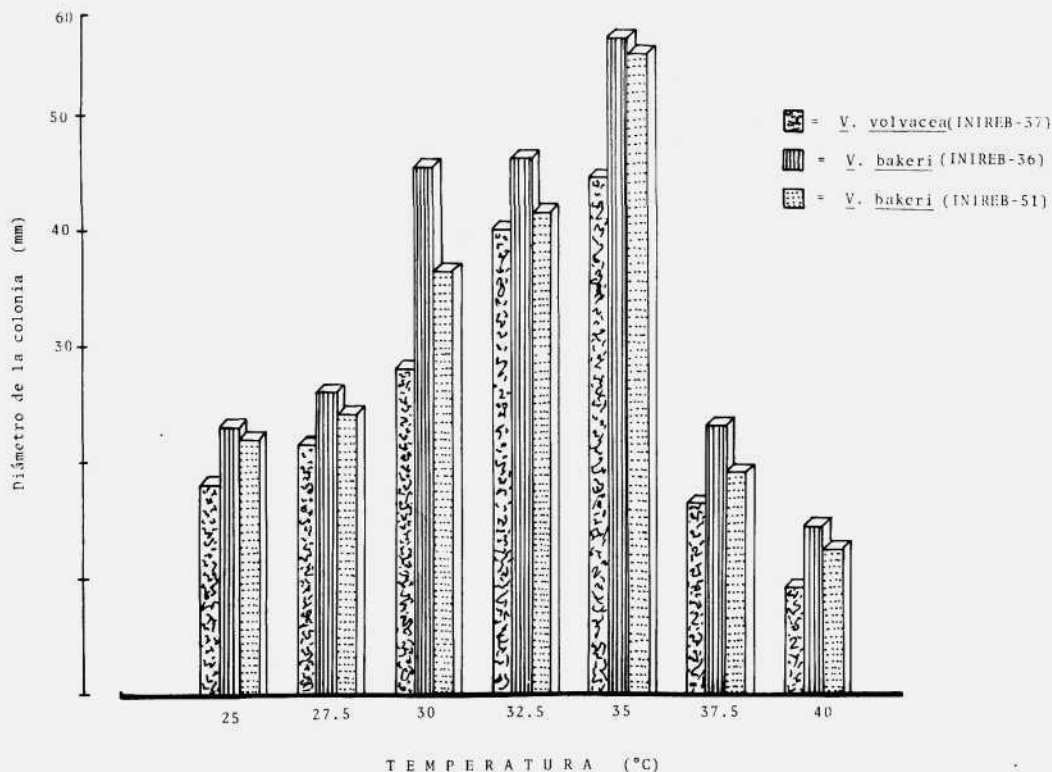


Figura 1. Velocidad de crecimiento de dos cepas mexicanas de *Volvariella bakeri*, en comparación con una del extranjero de *V. volvacea*.

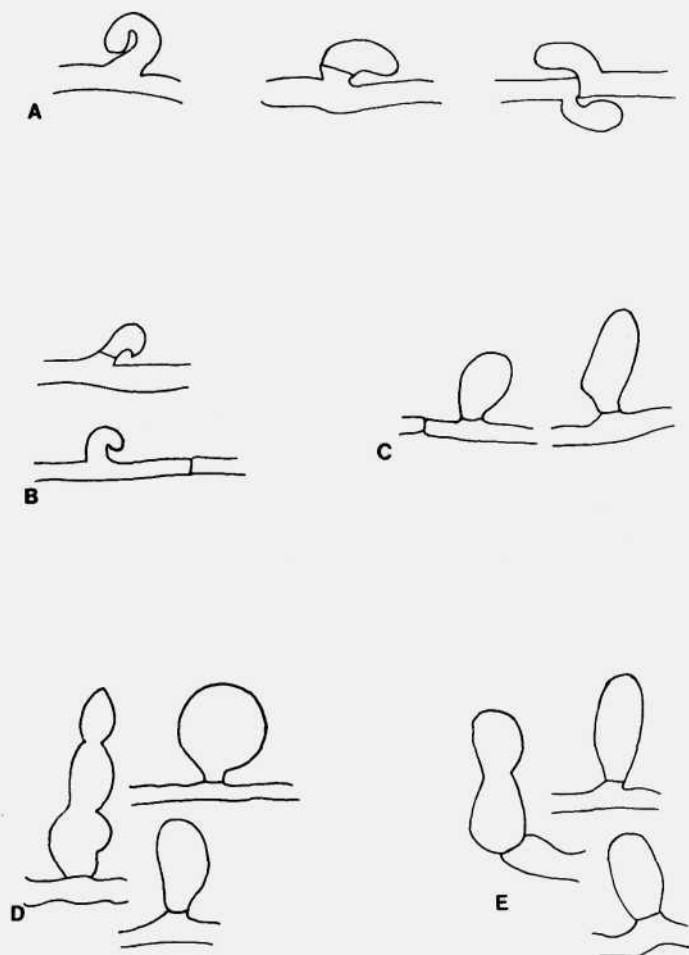


Figura 2. Estructuras microscópicas comunes en las hifas de *Volvariella bakeri* y *V. volvacea*. a: estructuras semejantes a fibulas en *V. volvacea*; b: estructuras semejantes a ríbulas en *V. bakeri*; c: tipos de células precursoras individuales comunes en ambas especies; d: tipos de células precursoras individuales en *V. bakeri* y e: tipos de células precursoras individuales en *V. volvacea*.

fueron las más frecuentes. Sin embargo, se observaron diversas variaciones entre ambos tipos, que incluían las formas ovoide, globosa, subglobosa, subfusiforme, esferopedunculada, lacrimonal y oblonga. También se estudiaron células precursoras de dos o más células, las cuales mostraron bastante variación en su forma, abundancia y ramificación, dependiendo de la especie, como se puede ver en la figura 3, sin embargo, hubo gran similitud entre las estructuras de ambas especies. Este tipo fue más común en las partes intercalares que en las terminales. En *V. volvacea* se observó que la abundancia de las células precursoras, tanto individuales como de dos o más células, tuvo relación con la edad de la colonia, ya que se presentaron entre los 6 y 20 días después de la inoculación, dependiendo de la temperatura empleada.

En *V. bakeri* las clamidosporas son esféricas, con doble pared, amarillo oscuro. Se observaron tanto a nivel terminal como intercalar, siendo más frecuentes las primeras. Las clamidosporas se encontraron indistintamente sobre una célula basal oblongo-cilíndrica alargada o sobre dos células ovaladas a subglobosas alargadas, como se ve en la figura 4. Sin embargo, en las colonias de *V. volvacea* no se observaron clamidosporas bajo ninguna temperatura, aún cuando el análisis microscópico se realizó 20 días después de su inoculación.

DISCUSION

La morfología macroscópica que incluye textura, densidad, color y micelio aéreo de las colonias, fue bastante similar para ambas especies. Las cepas de *Volvariella bakeri* y de *V. volvacea* tuvieron un crecimiento óptimo en el rango de temperatura de 30° a 35°C, si se considera que sus colonias presentaron abundante micelio aéreo, densidad, buena textura y mayor velocidad de crecimiento que en el resto de las temperaturas empleadas. Dichas características mostraron su máxima expresión a 32.5°C, la cual se considera como su temperatura óptima, siendo similar a lo citado por Chang (1978) para *V. volvacea* y por Salmones *et al.* (1987) para *V. bakeri*. No obstante, la mayor velocidad de crecimiento para ambas especies se observó a los 35°C. Por otra parte, Salmones *et al.* (1987), citaron la presencia de clamidosporas hasta los 35°C y en los resultados del presente trabajo, solo se detectan de 25° a 32.5°C, lo que demuestra la variabilidad de las cepas e individuos.

En todas las temperaturas estudiadas, la cepa de *V. volvacea* tuvo una velocidad de crecimiento más lenta y la textura de sus colonias más algodonosa que *V. bakeri* (Fig. 1). Cuando fueron incubadas las colonias de ambas especies a 40°C, cubrieron totalmente la caja de Petri en un lapso de 10 a 11 días, dependiendo de cada cepa.

El diámetro de las hifas y el tamaño de las células precursoras de clausosporas de *V. bakeri* y *V. volvacea* fue prácticamente el mismo (Fig. 3),

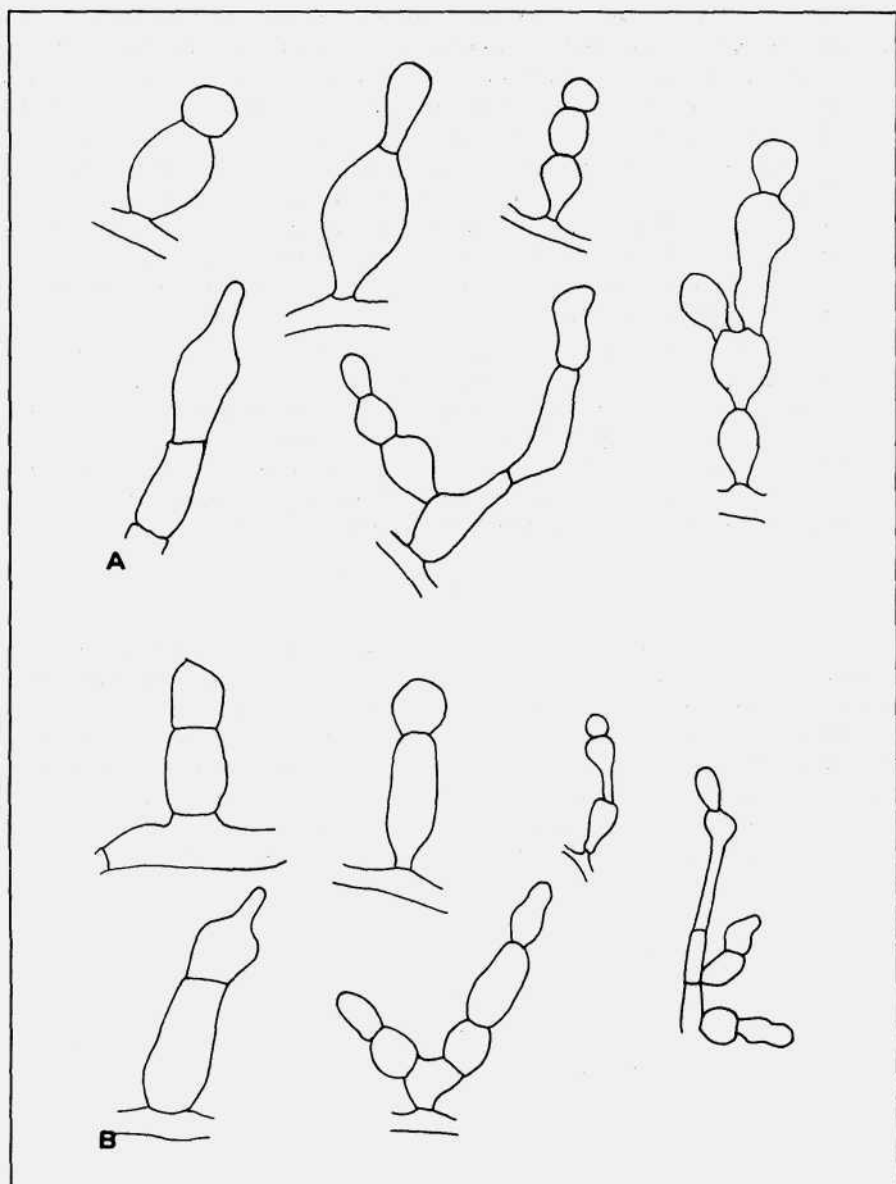


Figura 3. Tipos de células precursoras de clamidosporas de dos o más células, observadas en el micelio de *Volvariella bakeri* (A) y *V. volvacea* (B).

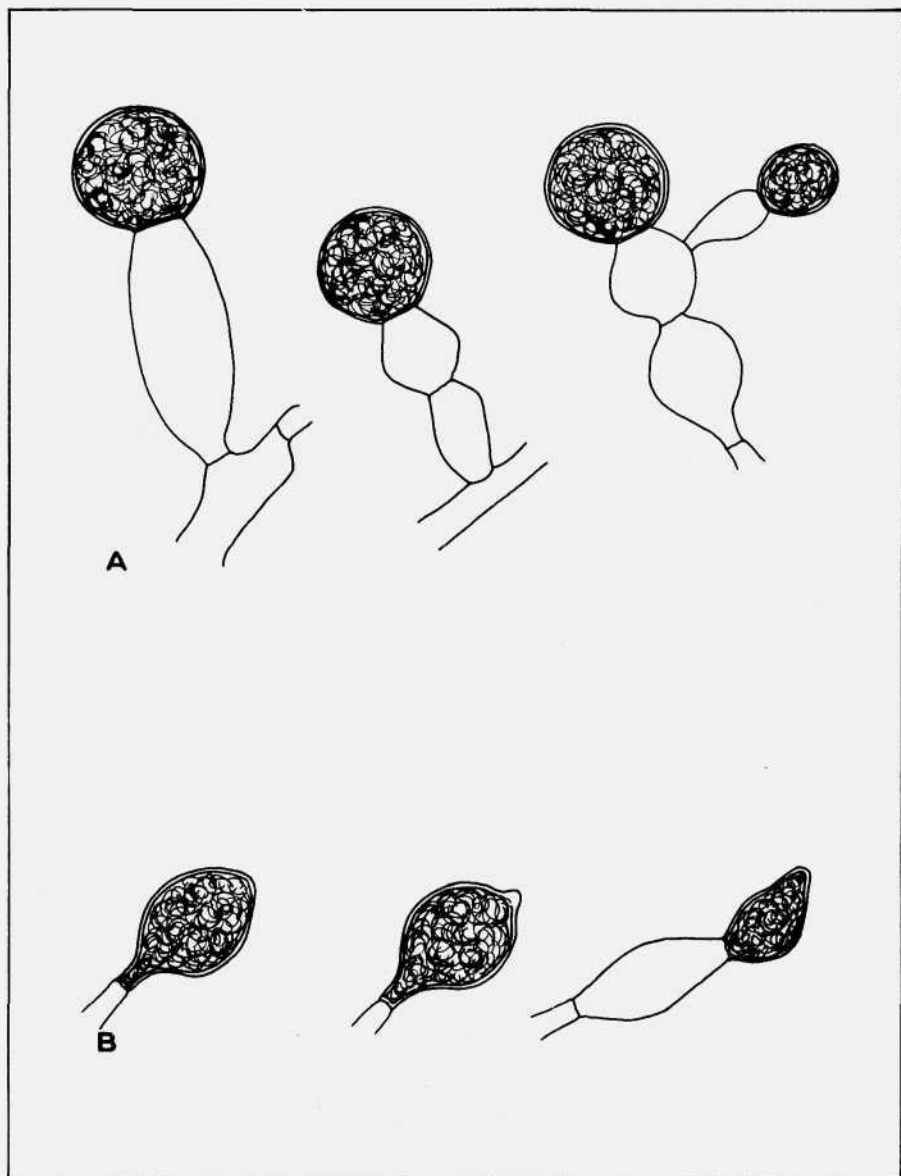


Figura 4. Clamidosporas observadas en *Volvariella bakeri*, A: clamidosporas maduras y B: clamidosporas anormales.

Tabla 2. Características microscópicas de *Volvariella bakeri* y de *V. volvacea* cultivadas en agar con extracto de malta. Los datos indican cifras promedio de las estructuras en las temperaturas estudiadas.

CEPA y No. DE REGISTRO	DIAMETRO DE LAS HIFAS (μm)	DIAMETRO DE LAS CELULAS PRECURSORAS INDIVIDUALES (μm)	DIAMETRO DE LAS CLAMIDOSPORAS (μm)
<i>Volvariella bakeri</i> (INIREB-36 y 51)	(4-5)6-11(12-20)	(7-10)11-22.5(23-43.5)	(21.2-32.5)35-41(42-58)
<i>Volvariella volvacea</i> (INIREB-37)	(5-6)7-11(12-17)	(7-8.5)10.5-17.5(18.7-26)	

pero *V. volvacea* no presento clamidosporas bajo las condiciones de estudio. Sin embargo, Chang (1972) citó clamidosporas con un diámetro promedio de 58.8 μm para *V. volvacea*, lo cual coincide con lo máximo encontrado en *V. bakeri*, cuyas clamidosporas tuvieron un diámetro de (21.2-32.5-) 35-41 (-42-58) μm . También hubo similitud en la forma de las células precursoras de clamidosporas para ambas especies, pero estas fueron muy escasas y poco variables en *V. volvacea*, presentándose por lo general las de forma individual.

San Antonio *et al.* (1984) no encontraron diferencias macro o microscópicas significativas entre los cuerpos fructíferos de *V. bakeri* de Puerto Rico y *V. volvacea* de Asia, que fueron producidos en cultivo bajo las mismas condiciones.

Con base a lo observado en este trabajo y a los datos de Chang (1972), San Antonio *et al.* (1984) y Salmones *et al.* (1987), se concluye que *V. bakeri* y *V. volvacea* son dos especies muy semejantes y que probablemente se trate de una sola especie. De ser así, *V. bakeri* sería un sinónimo de *V. volvacea*.

AGRADECIMIENTOS

Los autores expresan su agradecimiento al CONACYT (Dirección Adjunta de Desarrollo Tecnológico) por el financiamiento al trabajo. A la pasante de Biólogo Rosa M^a Vela y a los Biólogos Conrado Soto y Porfirio Morales del INIREB, se les agradece su asistencia en el laboratorio.

LITERATURA CITADA

- Chang, S.T., 1972. *The Chinese Mushroom (Volvariella volvacea): morphology, cytology, genetics, nutrition and cultivation*. The Chinese University Press, Hong Kong.
- Chang, S.T., 1978. *Volvariella volvacea*. In: Chang, S.T. y W.A. Hayes (Eds.), *The biology and cultivation of edible mushrooms*. Academic Press, Nueva York.
- Chang, S.T., 1983. Prospects of *Volvariella volvacea* cultivation. *Mushroom Newsletter for the Tropics* 4(2): 5-11.
- Delcaire, J.R., 1981. Place et rôle des champignons cultivés comme source de protéines humaines en l'an 2000. *Mushroom Science* 11: 1-18.
- Guzmán, G., 1983. Los hongos de la península de Yucatán. II. Nuevas exploraciones y adiciones micológicas. *Biótica* 8: 71-100.
- Martínez-Carrera, D., M. Quirarte, C. Soto, D. Salmones y G. Guzmán, 1984. Perspectivas sobre el cultivo de hongos comestibles en residuos agroindustriales en México. *Bol. Soc. Mex. Mic.* 19: 207-220.
- Martínez-Carrera, D., M. Sóbai y G. Guzmán, 1987. El cepario de hongos comestibles del Instituto Nacional de Investigaciones sobre Recursos Bióticos (INIREB). *Ciencia* (en prensa)
- Salmones, D., D. Martínez-Carrera y G. Guzmán, 1987. Obtención de cepas mexicanas de *Volvariella bakeri* y su estudio comparativo con una cepa extranjera de *Volvariella bombycina* en diferentes desechos agroindustriales. *Biótica* (en prensa)
- San Antonio, J.P., P.R. Hepperly y R.L. Shaffer, 1984. Straw mushroom in the western hemisphere. *Mushroom Newsletter for the Tropics* 4(4):3-5.