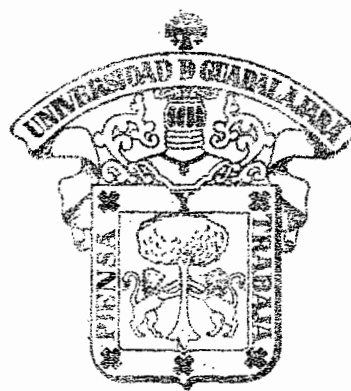


1990

REG. No. 078002794

Universidad de Guadalajara

FACULTAD DE CIENCIAS



CULTIVO DEL HONGO COMESTIBLE *Pleurotus ostreatoroseus*
Sing. EN CUATRO SUSTRATOS LIGNOCELULOSICOS Y LA
INFLUENCIA SOBRE SU COMPOSICION QUIMICA PROXIMAL

TESIS PROFESIONAL

QUE PARA OBTENER EL TITULO DE
LICENCIADO EN BIOLOGIA

P R E S E N T A

MARTHA MARTINEZ MAYORGA

GUADALAJARA, JALISCO. 1990

El presente trabajo se llevó a cabo en el Laboratorio de Micología del Instituto de Botánica de la Universidad de Guadalajara, bajo la asesoría del Biól. Conrado Soto Velasco.

AGRADECIMIENTOS

Agradezco....

.... al Instituto de Botánica de la U. de G., que a través de su directora, la Profa. Luz Ma. Villarreal de Puga, me brindó la oportunidad y facilidades para la realización de este trabajo.

.... a la M. en C. Ma. del Refugio Mora Navarro, de la Facultad de Ciencias de la U. de G., por su dirección y apoyo.

.... especialmente al Biól. Conrado Soto Velazco, encargado del Laboratorio de Cultivo de Hongos Comestibles del I.B.U.G., por su valiosa y constante asesoría.

.... a la Biól. Laura Guzmán Dávalos y al personal del Laboratorio de Micología del I.B.U.G., por sus opiniones, estímulo y ayuda directa brindada al proyecto.

.... al Ing. Virgilio Zúñiga y al personal del Laboratorio de Bioingeniería del I.M.C.P. de la U. de G. por su inestimable apoyo.

RESUMEN

Se cultivaron dos cepas de Pleurotus ostreatoroseus sobre cuatro sustratos lignocelulósicos: paja de trigo, bagazo de agave tequilero, bagazo de caña de azúcar y rastrojo de lirio acuático y se efectuó el análisis químico proximal de los carpóforos y de los sustratos. Solo una de las dos cepas utilizadas se desarrolló favorablemente en los cuatro sustratos. En el rastrojo de lirio acuático se obtuvo la mayor producción de carpóforos y eficiencia biológica, seguido por la paja de trigo, bagazo de caña y bagazo de agave. El análisis proximal mostró que no existe influencia marcada del sustrato sobre la composición química proximal de los carpóforos.

I N D I C E

I.-	INTRODUCCION	1
II.-	ANTECEDENTES	4
III.-	OBJETIVOS	6
IV.-	MATERIAL Y METODOS	7
V.-	RESULTADOS	14
VI.-	DISCUSION	22
VII.-	CONCLUSIONES	34
VIII.-	LITERATURA CITADA	36
IX.-	FIGURAS Y TABLAS	42

CULTIVO DEL HONGO COMESTIBLE Pleurotus ostreatoroseus SING.
EN CUATRO SUSTRATOS LIGNOCELULOSICOS Y LA INFLUENCIA
SOBRE SU COMPOSICION QUIMICA PROXIMAL

I.- INTRODUCCION

En los últimos años se ha estimado que más de la mitad de los habitantes del mundo no reciben alimentos en cantidades suficientes, agudizándose principal y peligrosamente en los países subdesarrollados, en los que han disminuido drásticamente las raciones de alimentos con mayor valor biológico, como las carnes, leche y el huevo, hasta desaparecer en algunos casos de las mesas de miles de hogares.

Debido a ésto, últimamente se han encaminado esfuerzos para desarrollar biotecnologías que provean alimentos a bajo costo y en gran cantidad. Una de estas biotecnologías es el cultivo de diversas especies de hongos comestibles, ya que como se ha demostrado, para su producción se emplean áreas muy

reducidas, en comparación con la agricultura y además las cosechas de hongos que se obtienen, son abundantes y durante todo el año (Chang y Hayes, 1978; Chang y Quimio, 1982).

Otra ventaja de los hongos, es que en general contienen más proteína que la mayoría de los vegetales y poseen todos los aminoácidos esenciales; asimismo son bajos en calorías y ricos en vitaminas y minerales (Chang y Miles, 1984).

Por otro lado, para su cultivo se pueden utilizar diversos esquilmos y desechos agroindustriales, tales como pajas, rastrojos y bagazos, los cuales normalmente son quemados o apilados en las áreas donde se generan, causando un impacto muy severo al medio. Al emplearse como material de cultivo, toda la energía almacenada en las miles de toneladas de desechos puede convertirse en alimento de un alto valor biológico.

Es sumamente importante realizar estudios metodológicos en la obtención de cepas de hongos comestibles que crezcan y degraden eficazmente los desechos generados por la agricultura y que a la vez posean un alto valor nutricional, reflejado en el contenido de proteínas.

Por otro lado, dada la versatilidad de estos organismos, cada especie de hongo posee variaciones significativas en cuanto a su composición química proximal. Dichas variantes son influenciadas principalmente por el sustrato y el método de cultivo, así como el origen geográfico de la cepa (Eger, 1978). Para conocer su composición química proximal es

necesario efectuar el aislamiento y propagación de micelios de hongos silvestres, estudiar minuciosamente sus requerimientos nutricionales y obtener fructificaciones en el sustrato adecuado, las cuales se analizan por los métodos ya establecidos.

Aunque no todas las especies de hongos comestibles son susceptibles de cultivo, algunas son de fácil manejo en el laboratorio. Tal es el caso de las diferentes especies del género Pleurotus, las cuales se cultivan en mayor o menor grado en diversas partes del mundo (Chang y Hayes, 1978; Chang y Quimio 1982).

En México se ha estudiado principalmente la especie Pleurotus ostreatus (Jacq. ex Fr.) Kumm. y ya se ha cultivado sobre varios sustratos, como lo mencionaron Martínez-Carrera y colaboradores (1984) y Guzmán-Dávalos y Soto-Velazco (1989).

P. ostreatoroseus Sing. es una especie recientemente aislada en el laboratorio y que posee características tales como fructificaciones tempranas, carnosas, de medianas a grandes, así como una atractiva coloración rosa, que hacen que sea una especie muy prometedora para un cultivo intensivo (Guzmán-Dávalos y Soto-Velazco, 1987-b).

Sin embargo, aun no se realizan los estudios pertinentes que indiquen el sustrato sólido de cultivo más adecuado para su explotación y la influencia que pudiese tener éste en la composición química proximal de los carpóforos.

II.- ANTECEDENTES

Pleurotus ostreatoroseus tiene amplia distribución tropical y subtropical, pero no es una especie abundante. La describió por primera vez Singer (1961) de Brasil. Guzmán (1977) y Welden y Guzmán (1978) la citaron para México. Guzmán y Guzmán-Dávalos (1984) mencionaron que observaron en 1970 que esta especie se vendía como hongo comestible en el mercado de Tepoztlán, Morelos.

Posteriormente Guzmán-Dávalos y Soto-Velazco (1987-b) aislaron la fase micelial de este hongo, a partir de un espécimen que crecía sobre un tronco de Yucca en la ciudad de Guadalajara.

Cedano y colaboradores (1988) realizaron un estudio sobre su crecimiento en diferentes medios de cultivo sólidos de laboratorio, encontrando que el micelio se desarrollaba mejor en un medio compuesto de extractos de trigo, paja y malta con agar.

En lo que respecta a su crecimiento sobre diferentes sustratos lignocelulósicos y su análisis químico proximal, no existen datos en la literatura consultada. Dos de los cuatro materiales que se emplearon en esta investigación, el bagazo de agave y el bagazo de caña de azúcar, ya habían sido utilizados anteriormente en el crecimiento de P. ostreatus y demostraron ser un medio propicio para el cultivo de este hongo

(Guzmán-Dávalos y colaboradores, 1987-a; Guzmán-Dávalos y colaboradores, 1987-c).

Con respecto a la composición química proximal, ya se conoce la de algunas especies del género Pleurotus, tales como P. floridanus Sing. (Khanna y Garcha, 1981), P. tuber-regium (Fr.)Singer (Ogundana y Fagade, 1981) y P. sajor-caju (Fr.)Singer (Jain y colaboradores, 1988), cuyos valores difieren ampliamente, ya que cada uno fue cultivado de distinta manera y sobre diferente sustrato.

Crisan y Sands (1978) estudiaron la composición química proximal de casi 30 especies de hongos comestibles, entre ellos P. ostreatus. Chang (1980) recopiló información sobre el valor nutricional de cuatro de los principales hongos comestibles que se cultivan en el mundo: Agaricus bisporus (Lange)Imbach, Lentinus edodes (Berk.)Sing., Volvariella volvacea (Bull. ex Fr.)Sing., y Pleurotus sp. Sin embargo, como ya se mencionó, para P. ostreatoroseus aun no se realizan los estudios pertinentes que indiquen el sustrato sólido de cultivo más adecuado para su explotación y la influencia que pudiese tener éste en la composición química proximal de los carpóforos.

III.- OBJETIVOS

Objetivo General:

Estudiar el crecimiento y realizar los análisis químicos proximales de los carpóforos de dos cepas de Pleurotus ostreatoroseus, cultivado sobre cuatro sustratos lignocelulósicos, con el fin de establecer una base para el cultivo de esta especie.

Objetivos Particulares:

- a) Estudiar el crecimiento y evaluar la producción de dos cepas de P. ostreatoroseus sobre bagazo de agave tequilero, bagazo de caña de azúcar, paja de trigo y rastrojo de lirio acuático.

- b) Analizar la influencia que tiene el sustrato empleado sobre la composición química proximal de los carpóforos de P. ostreatoroseus.

IV.- MATERIAL Y METODOS

Un esquema de la metodología seguida en el presente estudio se muestra en la figura 1.

1) CEPAS UTILIZADAS

Se utilizaron dos cepas de Pleurotus ostreatoroseus que se encuentran depositadas en el cepario del Laboratorio de cultivo de Hongos Comestibles del Instituto de Botánica de la Universidad de Guadalajara, y registradas con los números 7₀ y 7₂. Dichas cepas son mantenidas con medio de extracto de trigo, paja y malta(ETA), en tubos de ensaye con agar inclinado a temperatura de $5^{\circ}\text{C} \pm 1^{\circ}\text{C}$.

A partir del tubo en refrigeración se tomó una pequeña porción del micelio y se sembró en cajas de petri con el medio ya indicado y se incubó a temperatura de 28°C para el crecimiento micelial. En un periodo de aproximadamente 15 días, el micelio cubrió el diámetro de las cajas y estuvo listo para utilizarse en la preparación de inóculo

2) ELABORACION DEL INOCULO

El inóculo juega un papel muy importante dentro del cultivo de hongos, ya que constituye el medio con el cual se va a "sembrar" el hongo en el sustrato. Para su preparación se

utilizan semillas de diversas gramíneas como el centeno, cebada, trigo y sorgo, principalmente. Las semillas se inoculan con el hongo y una vez colonizadas por él, cada grano invadido servirá como punto inoculante en el sustrato (Chang, 1979).

En este caso se utilizaron semillas de trigo, las cuales fueron lavadas, humedecidas y posteriormente esterilizadas dentro de frascos de vidrio de boca ancha de 1 litro de capacidad.

El micelio crecido previamente en las cajas de petri con medio de cultivo, se cuadriculó en segmentos de 1 cm² y se colocó una porción en cada frasco con trigo estéril, como lo mencionaron Martínez y colaboradores (1984). El trigo inoculado se incubó a 28°C hasta que el micelio cubrió totalmente los granos de trigo. Cada frasco contenía aproximadamente 250 gramos de trigo. Se elaboraron 20 frascos por cepa.

3) SUSTRATOS UTILIZADOS

Se utilizaron cuatro sustratos lignocelulósicos: bagazo de agave tequilero (Agave tequilana Weber), bagazo de caña de azúcar (Saccharum officinarum L.), paja de trigo (Triticum aestivum L.) y rastrojo de lirio acuático (Eichhornia crassipes Kunth).

Antes de ser utilizados, cada uno de los sustratos se preparó de la siguiente manera: el bagazo de agave se fermentó por espacio de 20 días, de acuerdo a lo establecido por Soto-

Velazco y colaboradores (1989); el tratamiento del bagazo de caña de azúcar se efectuó como lo mencionaron Guzmán-Dávalos y Soto-Velazco (1989), aunque en este caso el periodo de fermentación fue de 20 días en lugar de 15; el rastrojo de lirio acuático se obtuvo a partir de plantas frescas extraídas de la presa de "La Vega" en el municipio de Tala, Jal., y se puso a fermentar durante 6 días; la paja de trigo se remojó con agua fría por espacio de 24 horas antes de ser utilizada.

Después de que los sustratos se prepararon como se indicó, se acondicionaron de acuerdo al método de Zadrazil y Kurtzman (1983) que consiste en sumergir el material en agua a 70°C por 30 minutos, para detener el crecimiento de microorganismos que pueden competir con el hongo. Enseguida se dejaron escurrir y enfriar antes de sembrarse. La siembra consistió en esparcir los granos de trigo con el micelio sobre el sustrato, dentro de bolsas de plástico de 60 x 40 cms, hasta completar un peso de 5 kg por bolsa de sustrato inoculado. Cada cepa se sembró en réplicas de 10 bolsas por sustrato.

El material inoculado dentro de las bolsas se colocó en camas metálicas dentro de la sala de incubación para que se realizara el crecimiento y colonización del micelio en el sustrato. Cuando aparecieron los primordios de los carpóforos de P. ostreatoroseus las bolsas de plástico se retiraron para permitir su total desarrollo y el sustrato con los primordios se trasladó a la sala de cosecha.

Cuando los hongos alcanzaron su madurez, se cosecharon, pesa-

ron y finalmente se deshidrataron. Una vez secos, se guardaron en bolsas de plástico debidamente etiquetadas con la siguiente información: cepa, tipo de sustrato y fecha de cosecha.

Los datos de producción promedio de hongos frescos por sustrato y por cepa en base a la eficiencia biológica y de acuerdo a Tschierpe y Hartman (1977) se expresan en porcentaje, en relación con la materia seca empleada al momento de la inoculación y la cantidad en gramos de hongos frescos cosechados.

4) ANALISIS QUIMICO PROXIMAL

Para su análisis, los hongos secos de cada una de las cepas y por cada sustrato se molieron por separado en un molino eléctrico (Arthur H. Thomas Co.) utilizando malla No. 20. Enseguida, de las 10 bolsas con hongos molidos se escogieron cinco al azar, tomando 20 gramos de cada una de ellas para hacer una mezcla homogénea de 100 gramos. De esta manera, se obtuvo una muestra de cada cepa de P. ostreatoroseus por sustrato.

Asimismo, se obtuvieron 100 gramos secos y molidos de cada uno de los cuatro sustratos (tomados momentos antes de ser inoculados). En total, fueron 12 muestras las que se analizaron.

Los métodos que se siguieron son los estándar publicados por "The Association of Official Analytical Chemists" (A.O.A.C.) (Horwitz, 1980), corroborados en "Methods of Chemical Analysis of Mushrooms" (Lau, 1982).

Se efectuaron las siguientes determinaciones:

HUMEDAD

En promedio, el 90% del peso de los hongos cultivados es humedad. Esta se determinó por la pérdida en peso después de un secado absoluto a 105°C durante 72 horas.

CENIZAS

La mayoría de los hongos contienen 5 a 10% de su peso seco de cenizas, las cuales representan el porcentaje de minerales que los componen. En general, los hongos contienen cantidades significativas de fósforo, sodio y potasio, una menor cantidad de calcio y muy bajo contenido de hierro (Crisan y Sands, 1978).

Las cenizas se obtuvieron incinerando los hongos hasta peso constante a una temperatura de 500°C (A.O.A.C. 7.003, 1980).

GRASA CRUDA

En promedio, el contenido de grasa de los hongos cultivados es de 2 a 6% de su peso seco. La estimación se efectuó gravimétricamente después de una extracción continua con éter etílico anhidro de la muestra seca, en un aparato Soxhlet (A.O.A.C. 7.056, 1980).

La grasa cruda incluye representativos de todas clases de compuestos lipídicos, incluyendo ácidos grasos libres, mono-, di- y triglicéridos, esteroides, ésteres y fosfolípidos (Crisan y Sands, 1978).

FIBRA CRUDA

Una vez que el hongo quedó libre de grasa, se sometió a digestiones sucesivas con ácido y base (ácido sulfúrico e hidróxido de sodio, respectivamente); el residuo de la digestión se incineró y la fibra cruda se dedujo de la pérdida en peso de este residuo (A.O.A.C. 7.061, 1980).

Es común encontrar 5 a 15% de contenido de fibra en los hongos cultivados. El mayor constituyente del contenido de fibra en los hongos es la quitina, que es uno de los componentes estructurales de la pared celular (Crisan y Sands, 1978).

PROTEINA CRUDA

El contenido de proteína se calculó mediante la estimación del contenido de nitrógeno de las muestras, por el método

micro Kjeldahl (A.O.A.C. 47.021, 1980). Este método utiliza el factor de conversión $N \times 6.25$, pero estudios recientes consideran la digestibilidad de las proteínas fúngicas entre 60 y 70%, por tal razón y de acuerdo a Crisan y Sands (1978), se utilizó el factor $N \times 4.38$ para los cálculos de proteína en el presente trabajo.

Se ha encontrado que un 15 a 50% del peso de los hongos cultivados, es proteína.

CARBOHIDRATOS

El cálculo se hizo por diferencia a 100 de la suma de los porcentajes anteriores. Lo que se estima en realidad es el extracto libre de nitrógeno, que está constituido por almidones, azúcares solubles, pectinas, ácidos orgánicos, mucílagos y cantidades variables de celulosa y ligninas (Tejada, 1985).

La mayoría de los hongos cultivados contienen de 45 a 65% de su peso seco de carbohidratos.

V.- RESULTADOS

1) PRODUCCION Y EFICIENCIA BIOLÓGICA DE LAS CEPAS 7₀ y 7₂ DE Pleurotus ostreatoroseus OBTENIDA EN LOS SUSTRATOS LIGNOCELULOSICOS.

En general los cuatro materiales lignocelulósicos empleados en este trabajo permitieron el crecimiento de P. ostreatoroseus, ya que se pudo obtener la cosecha de carpóforos de cada uno de ellos.

CEPA 7₀.

En la tabla 1 se muestran los resultados promedio de producción obtenidos con la cepa 7₀ de P. ostreatoroseus; en ella se puede apreciar que sobre el rastrojo de lirio acuático se obtuvieron 2,312.31 grs. de hongos frescos de un total de cuatro cosechas. Con la paja de trigo, bagazo de agave y bagazo de caña el total de las cosechas fue de 643.7, 551.77 y 878.16 gramos respectivamente, que representan un promedio menor al de la mitad del obtenido en lirio acuático.

En lo que respecta a las eficiencias biológicas, tenemos que la cepa 7₀ tuvo la mayor eficiencia utilizando el rastrojo de lirio acuático y que corresponde a 115.6% . Por otro lado, la menor fue de 27.6 empleando bagazo de agave. Con el bagazo

de caña se obtuvo 43.9% y con paja de trigo 32.2%.(Tabla 1, fig.2).

Cabe resaltar que las cosechas promedio que se obtuvieron con la cepa 7o, en los diferentes sustratos variaron considerablemente ya que como puede observarse en la tabla 1, con la paja de trigo se obtuvo una sola de ellas, a diferencia del rastrojo de lirio acuático, que produjo cuatro cosechas. Con el bagazo de caña hubo dos cosechas y en bagazo de agave fueron tres.

En lo que respecta a la colonización de la cepa 7o en los sustratos, el micelio que presentó fue de poco vigor, ya que creció de una manera rala y poco extendida.

En la tabla 2 se pueden apreciar los días promedio en que aparecieron los primordios de los hongos y hasta que éstos fueron cosechados. En ella observamos que con el lirio acuático se necesitaron un promedio de 17.5 días para que el micelio cubriera todo el sustrato y se iniciara la formación de primordios, mientras que en los bagazos de agave y caña solo necesitaron 14.5 días. Para la maduración y cosecha de los cuerpos fructíferos, en esa misma tabla se puede observar que en paja de trigo el periodo total desde la inoculación hasta el día de la primera cosecha fue de 31.5 días, siendo el mayor; mientras que el periodo más corto ocurrió en bagazo de agave y fue de 25.5 días.

CEPA 7₂.

En la tabla 3 se puede observar la producción alcanzada para esta cepa en cada uno de los sustratos empleados. Con el rastrojo de lirio acuático se obtuvo una producción promedio de 3,358.91 gramos, siendo ésta la mayor alcanzada. La de menor peso fue obtenida en el bagazo de agave y fue de 1,079.44 gramos. Con la paja de trigo se obtuvo un promedio inferior a la mitad del obtenido con lirio acuático y fue de 1,514.28 gramos. El bagazo de caña aportó una producción de 1,119.54 gramos.

Concerniente a la eficiencia biológica (Tabla3, fig.3) podemos observar que el rastrojo de lirio rebasó las expectativas, ya que se obtuvo una eficiencia del 167.94%, que nos indica la eficiente utilización de este material por parte del hongo. En segundo lugar se encuentra la paja de trigo con un 75.71%. Los bagazos de agave y de caña tuvieron 53.97% y 55.97% respectivamente, lo que nos indica una pobre eficiencia, comparada con la que se obtuvo con el rastrojo de lirio.

Las cosechas promedio que se obtuvieron con esta cepa de P. ostreatoroseus también variaron de una manera significativa, ya que como se observa en la tabla 3 con el rastrojo de lirio acuático se obtuvieron 4 cosechas, con la paja de trigo 3 y con los bagazos de agave y caña solo se produjeron 2 cosechas.

A diferencia de lo que ocurrió con la cepa 7o, la cepa 72 presentó un crecimiento vigoroso, ya que el micelio se observó denso y creció de manera rápida y abundante. La aparición de primordios (tabla 4) fue más rápida en la paja de trigo (12.5 días) y más lenta en rastrojo de lirio acuático (16 días). En bagazo de agave y bagazo de caña los primordios aparecieron a los 13.5 y 14.5 días respectivamente.

El tiempo en días que requirieron los hongos para su maduración y cosecha se puede apreciar también en la tabla 4. Este fluctúa entre los 20.5 y 24 días, donde el menor corresponde a los hongos crecidos en paja de trigo y el mayor a los crecidos en lirio acuático.

En algunos casos los sustratos inoculados se vieron afectados por contaminantes, como mohos que probablemente pertenecían a los géneros Penicillium, Trichoderma o Aspergillus y el sustrato que más se vió afectado fué la paja de trigo empleando la cepa 7o. Asimismo se localizaron pequeños focos de invasión de moscas, que posiblemente pertenecen al género Lycoriella, las cuales infectaron con sus larvas al rastrojo de lirio y bagazo de agave principalmente. Estas larvas se retiraron manualmente y no afectaron la producción de carpóforos.

2) ANALISIS BROMATOLOGICOS DE LOS CARPOFOROS DE P. ostreatoro-
seus COSECHADOS A PARTIR DE LOS CUATRO SUSTRATOS EMPLEADOS

CEPA 7o.

En la figura 4 podemos observar el resultado de los análisis proximales de los carpóforos obtenidos al emplear cada uno de los sustratos ya indicados, con la cepa 7o. En ellas podemos resaltar en primer lugar los porcentajes de proteína que se presentaron, siendo el más alto de 26.5% obtenido en los hongos cultivados en paja de trigo, mientras que el menor porcentaje fue de 22.5% en los hongos crecidos en rastrojo de lirio. Con los hongos de los bagazos de agave y caña, los porcentajes fueron similares, de 23.9 y 23.3%, respectivamente.

En lo que respecta al contenido de grasa, se presentó en porcentajes de 0.9 a 1.1%, siendo estos valores muy bajos en relación con los demás componentes.

El extracto libre de nitrógeno (E.L.N.) fue el componente más abundante, ya que se presentó en rangos del 51.9% en los hongos cultivados sobre paja de trigo y hasta del 61.8% en los hongos obtenidos del bagazo de agave.

La fibra mostró resultados variables, de 6.6 y 6.7 en agave y lirio y de 11.9 y 12.2 en caña y trigo, respectivamente.

Las cenizas (minerales) se encontraron en mayor porcentaje en los hongos cultivados sobre rastrojo de lirio acuático (9.4%) y sobre paja de trigo (8.3%). En los carpóforos de los bagazos de agave y caña se encontró 6.8 y 6.5% respectivamente.

CEPA 72.

Los resultados que se obtuvieron por medio del análisis químico proximal de los carpóforos de la cepa 72 cosechados de cada uno de los sustratos, se observan en la figura 5.

El mayor porcentaje de proteína (N x 4.38) que se obtuvo con esta cepa fue de 23.3% en los carpóforos cosechados en paja de trigo. En segundo lugar se obtuvo un 20.2% de los que se cultivaron sobre rastrojo de lirio. El tercer lugar correspondió a los cuerpos fructíferos cosechados del bagazo de agave con 19.9% de proteína y por último los colectados en bagazo de caña con un porcentaje de 18.4.

Los porcentajes de grasa corresponden a un 1% de la composición total de los carpóforos cosechados en bagazo de agave, paja de trigo y rastrojo de lirio; y al 1.2% para los cosechados en bagazo de caña.

El extracto libre de nitrógeno se mantuvo en un rango de alrededor del 55% del total de los componentes y el mayor porcentaje se presentó en los carpóforos colectados en rastro-

jo de lirio acuático, que fue de 56.6% , siguiéndolo un 55.6% en paja de trigo, 55% en bagazo de caña y 54.5% en bagazo de agave.

Respecto al contenido de fibra, éste se presentó en mayor cantidad en los carpóforos cosechados sobre bagazo de caña, con un 18.2%, a diferencia de los cosechados en paja de trigo, que tuvieron 11.9% . En bagazo de agave los hongos presentaron 17.6% y 12.9% en rastrojo de lirio acuático.

El contenido de cenizas (minerales) fue mayor en los hongos cultivados en rastrojo de lirio acuático, en los que se encontró un 9.3% de este componente. También resultó algo elevado en los hongos de la paja de trigo, siendo de 8.2%. En los bagazos de caña y agave fue de 7.2 y 7.0%, respectivamente.

3) ANALISIS QUIMICO PROXIMAL DE LOS CUATRO SUSTRATOS LIGNOCELULOSICOS EMPLEADOS

En la tabla 5 se pueden apreciar los datos que se obtuvieron al realizar el análisis químico proximal de los sustratos empleados en este estudio.

Podemos observar en la tabla, que el mayor porcentaje de proteína lo presentó el rastrojo de lirio acuático y fue del orden del 7.9%. Después tenemos la paja de trigo con 5.3%, el

bagazo de agave con 4.2% y por último el bagazo de caña con 3.2% de proteínas.

El sustrato con mayor contenido de fibra fue el bagazo de agave que presentó un 46.5%. El menor porcentaje lo tuvo el rastrojo de lirio acuático y fue de 21.3%. El bagazo de caña y paja de trigo presentaron un 42.2% y 41.2%, respectivamente.

El E.L.N. (carbohidratos) fue mayor en rastrojo de lirio acuático (56.1%). El bagazo de caña presentó un 49.7%, la paja de trigo un 44.6% y el bagazo de agave un 42.3%.

VI.- DISCUSION

1) CRECIMIENTO DE P. ostreatoroseus EN LOS SUSTRATOS

En rastrojo de lirio acuático y en paja de trigo se observó un buen crecimiento micelial, ya que los sustratos quedaron cubiertos por el micelio al tercer día después de la siembra. En los bagazos de caña y agave el micelio cubrió el sustrato hasta el quinto día aproximadamente.

En lo que se refiere al vigor del micelio, éste se presentó más vigoroso en la cepa 7₂, creciendo en forma rápida y densa, mientras que en la cepa 7₀, el micelio se observó ralo y poco extendido en todos los sustratos.

Respecto a la formación de primordios, cabe resaltar que empleando rastrojo de lirio, ésta se mostró más lenta que en el resto de los sustratos, pero la maduración de los carpóforos por el contrario, resultó más rápida en este sustrato, para ambas cepas.

El tiempo total de maduración de carpóforos con la cepa 7₀ fue mayor en paja de trigo, además solo se produjo una cosecha de buen peso, a diferencia de los otros sustratos, que produjeron más de una cosecha (tablas 1 y 3).

Para la cepa 7₂, el sustrato en el que se dieron el más rápido crecimiento, formación de primordios y primera cosecha,

fue la paja de trigo. Asimismo, esta cepa resultó ser de más rápido crecimiento y maduración en todos los sustratos, con respecto a la 7o.

2) PRODUCCION DE HONGOS

CEPA 7o.

La producción total de hongos de la cepa 7o (tabla 1) fue semejante en paja de trigo y bagazo de agave, aunque el primer sustrato dió una sola cosecha de 643.7 gramos, mientras que del segundo se obtuvieron tres cosechas para sumar 551.7 gramos. El bagazo de caña produjo una mayor cantidad que los anteriores en solo dos cosechas y en rastrojo de lirio acuático se obtuvo la mayor producción.

Si consideramos la cantidad de hongos frescos que puede producir una tonelada de sustrato, podemos decir que si dos kg. de lirio acuático seco producen 2.312 kg. de hongos, entonces 1 tonelada del mismo sustrato (peso húmedo, ver tabla 6) producirá 169.9 kg. de hongos frescos. Si el sustrato contiene 85.3% de humedad, una tonelada en peso húmedo es igual a 147 kg. de sustrato seco. Asimismo podemos decir que de una tonelada de bagazo de agave con 71.8% de humedad, se pueden obtener 77.8 kg. de carpóforos de la cepa 7o de P. ostreatoro-
seus (tabla 6). Una producción similar se obtiene de los dos

sustratos restantes.

Las eficiencias biológicas fueron bajas, si consideramos que una buena eficiencia es la que se acerca al 100%. Únicamente en lirio acuático se obtuvo un alto rendimiento, pues la eficiencia biológica en este sustrato fue de 115.6%.

La eficiencia biológica, que se obtiene al dividir la cantidad de kilogramos de hongos frescos cosechados, entre kilogramos de sustrato seco, nos dice por ejemplo, que por cada kg. de bagazo de agave seco, obtendremos 276 grs. de hongos frescos de P. ostreatoroseus de la cepa 7o, o que por cada kg. de rastrojo de lirio seco, tendremos 1.156 kgs. del mismo hongo.

En este caso, cuando hablamos de producción de hongos frescos por tonelada de sustrato (tabla 6), estamos considerando el peso del sustrato con el porcentaje de humedad que presentó al momento de la siembra o inoculación. Así, tenemos que de una tonelada de bagazo de caña, por ejemplo, se obtienen 76.4 kgs. de hongos frescos (cepa 7o), por lo que de 1 kg. del sustrato húmedo se obtendrán 76.4 gramos. Debido a las diferencias en los porcentajes de humedad de cada sustrato, los resultados de producción de hongos frescos, que se muestran en las tablas 1 y 3, están dados en relación al peso seco en 2 kilogramos de sustrato.

Como se mencionó anteriormente, la cepa 7o fue más susceptible a la contaminación por mohos, lo cual se atribuye en parte al crecimiento lento y poco vigoroso del micelio, que

permitió que éstos tomaran ventaja en la competencia por el sustrato y lo invadieran. Esto lo confirma la cepa 72, que se sembró exactamente en las mismas condiciones y no sufrió contaminación significativa.

CEPA 72.

Las cosechas de esta cepa fueron mucho más abundantes que las de 70. En paja de trigo la producción de la 72 fue 2.3 veces mayor que la de 70; en agave, caña y lirio fue 1.9, 1.3 y 1.4 veces mayor, respectivamente.

La mejor producción se obtuvo en lirio, seguida por la paja de trigo, bagazo de agave y por último en bagazo de caña.

Tanto para 70 como para 72, la eficiencia biológica más baja se obtuvo en bagazo de agave, sin embargo, la menor producción (en base al peso húmedo del sustrato) se obtuvo con el bagazo de caña (tabla 6).

En rastrojo de lirio se obtuvo una alta eficiencia y producción para ambas cepas.

Es notorio que la paja de trigo resultó ser un buen sustrato para la cepa 72, mejor que los bagazos de caña y agave, en comparación a la cepa 70 que tuvo un pobre desarrollo en este sustrato. Mientras una tonelada de paja de trigo

húmeda (76.2% de humedad) produce 76.6 kg. de hongos frescos de la cepa 7o, la misma cantidad de sustrato produce 180.2 kg. de carpóforos de 72. Estos resultados en paja, confirman de nuevo aquellos que obtuvo Zadrazil (1978) al emplear paja de trigo, pero con una cepa de P. ostreatus, que indican que este sustrato es un medio adecuado para probar las eficiencias de producción de carpóforos de cepas de Pleurotus.

3) ANALISIS PROXIMAL DE LOS CARPOFOROS DE P. ostreatoroseus.

De los componentes analizados, las proteínas son el grupo más significativo para considerar el valor nutritivo de un alimento, ya que las grasas y carbohidratos raramente faltan en una dieta.

Aunque el presente estudio no pretende analizar detalladamente el valor nutricional del P. ostreatoroseus, el análisis proximal y principalmente los porcentajes de proteínas, nos darán una idea de la importancia del hongo como especie comestible.

CEPA 7o.

El contenido de proteína (N x 4.38) de los carpóforos de esta cepa fue ligeramente mayor en la paja de trigo y similar en el resto de los sustratos.

Los hongos frescos presentaron una humedad del 90% en todos los casos, pero los resultados de los análisis proximales están dados en base al peso seco de los carpóforos. Por lo tanto, si los porcentajes de proteína en la cepa 70 fueron de 22.5 a 26.5 del peso seco de los hongos, quiere decir que los hongos frescos contienen de 2.25 a 2.65% de proteína.

En cuanto al contenido de grasa, aunque el promedio en hongos es del 2 al 6% del peso seco (Lau, 1982), Crisan y Sands (1978) mencionaron que se pueden encontrar valores de menos del 1% y tan altos como del 15 al 20% de grasa en algunos hongos.

Las variaciones en los porcentajes de extracto libre de nitrógeno (carbohidratos) reflejan las variaciones en los porcentajes del resto de los componentes, ya que el E.L.N. se obtuvo por diferencia a 100. Los carpóforos producidos en paja de trigo fueron los que presentaron mayor contenido de E.L.N.

Las cenizas, que representan a los minerales, estuvieron ligeramente más concentradas en los carpóforos del rastrojo de lirio, probablemente debido a la mayor absorción de minerales presentes en este sustrato.

CEPA 72.

Los cuerpos fructíferos de la cepa 72 mostraron un contenido menor de proteínas que los de la cepa 70. De igual mane-

ra, en los hongos cultivados en paja de trigo el porcentaje de proteínas fue un poco mayor que en los cultivados en los demás sustratos. En base al peso húmedo de los carpóforos (90% de humedad) se encontraron porcentajes del 1.84 al 2.33 de contenido protéico.

Los contenidos de grasa y ceniza fueron similares a los de la cepa 70, encontrando nuevamente un porcentaje algo mayor de ceniza en los cuerpos fructíferos obtenidos en lirio acuático, pero dentro del rango promedio de 5 a 10% que mencionó Lau (1982) para este componente en la mayoría de los hongos cultivados. El E.L.N. también concuerda con lo mencionado por el mismo autor y es de alrededor del 55%.

La fibra en los carpóforos de 72 fue mayor que en los de 70, excepto en paja de trigo. Los resultados más altos se obtuvieron con los bagazos de agave y caña (figuras 9 y 10), que fueron de 17.6 y 18.2%, respectivamente y son mayores al promedio de 5 a 15% mencionado por Lau (1982), aunque Crisan y Sands (1978) hablan de un contenido de fibra del 3 al 32%.

4) ANALISIS PROXIMAL DE LOS SUSTRATOS.

El sustrato con menor contenido protéico fue el bagazo de caña (3.2%) y el mayor se encontró en rastrojo de lirio acuático (7.9%). Si el contenido de proteínas del sustrato fuera directamente proporcional al del hongo, esperaríamos entonces

que los hongos crecidos en rastrojo de lirio fueran aquellos con el mayor porcentaje de proteínas, pero no fue así. La mayor diferencia en contenido protéico ocurrió mas bien entre cepas, ya que la 70 tuvo porcentajes mayores que la 72 y no entre carpóforos de la misma cepa sembrados en distintos sustratos. Por lo anterior, parece ser que el sustrato no tuvo una influencia muy marcada en cuanto al contenido protéico de los hongos. Esto se observa en la figura 6 (a y b), en la que puede compararse el contenido protéico de los carpóforos con el del sustrato en el cual se cultivaron.

El contenido de grasa en los sustratos fue de 0.3 a 0.4%. La variación fue casi nula de un sustrato a otro, de la misma manera que lo fue en los hongos (Figura 7).

No parece existir una relación clara entre el contenido de E.L.N. (carbohidratos) en los carpóforos y los sustratos en que fueron cultivados (figura 8), ya que el sustrato con menor porcentaje de E.L.N. fue el bagazo de agave y sin embargo, los hongos de la cepa 70 cultivados en él, mostraron el mayor porcentaje de este componente (Fig. 8, a.). Por otro lado, los carpóforos de la cepa 72 con mayor contenido de E.L.N. fueron los cultivados en rastrojo de lirio acuático, siendo éste el sustrato con mayor porcentaje de dicho elemento. Sin embargo, tal coincidencia no parece demostrar que exista relación entre el sustrato y los carpóforos en cuanto al E.L.N., ya que los cuerpos fructíferos de la cepa 72 en el resto de los sustratos mostraron un porcentaje muy similar.

Las cenizas (minerales) se encontraron en mayor grado en lirio. Esta planta crece sobre aguas dulces contaminadas y se sabe que absorbe metales pesados provenientes de las descargas de desechos industriales en lagos y ríos. Es probable que el porcentaje de cenizas encontrado (14.4%) se haya debido a la acumulación de minerales y que posiblemente sean del tipo de los metales pesados. Si esto ocurriera, el aprovechamiento del lirio acuático como sustrato para el cultivo de hongos comestibles se vería limitado, pues podría ocurrir que dichos metales tóxicos se transfirieran a los carpóforos, lo cual es muy posible, ya que como lo mencionaron Crisan y Sands (1978), los hongos probablemente contienen los minerales presentes en el sustrato. Luego, al destinarse para el consumo humano, se convertirán en portadores de elementos tóxicos.

A este respecto, es necesario mencionar que en forma paralela al presente trabajo se lleva a cabo una investigación que tiende a esclarecer el problema sobre la absorción de metales pesados por hongos del género Pleurotus cultivados en lirio acuático de la misma especie y procedencia que el que aquí se utilizó (datos sin publicar).

En cuanto a los resultados obtenidos en este trabajo, en lo referente al contenido de cenizas en los sustratos y en los cuerpos fructíferos de los hongos obtenidos en cada uno de ellos, se notó cierta correspondencia, aunque no muy marcada (Figura 9).

La fibra contenida en los sustratos no mostró correspondencia alguna con la contenida en los hongos (Figura 10). Esto es de esperarse, ya que la fibra de los sustratos está básicamente constituida por celulosa y lignina, mientras que la fibra de la mayoría de los hongos es principalmente quitina (Crisan y Sands, 1978).

La cepa 72 mostró mayor porcentaje de fibra que la 70. Dado que los cuerpos fructíferos de la cepa 70 crecieron débilmente (su consistencia era quebradiza), es de suponerse que las paredes de sus células fueran débiles y probablemente de bajo contenido de quitina.

Las variaciones tan notorias en el porcentaje de fibra entre los hongos de la misma cepa cultivados en los distintos sustratos no pueden ser explicadas a través de un análisis cuantitativo proximal. Posiblemente dichas variantes podrían ser explicadas por medio de un análisis cualitativo.

5) CONSIDERACIONES SOBRE EL VALOR NUTRITIVO DE P. ostreatoroseus.

De los tres elementos nutritivos más importantes en la dieta humana y animal, que son las proteínas, carbohidratos y grasas, los dos primeros se encontraron en buen porcentaje en los carpóforos de la especie estudiada. El contenido de grasas fue de alrededor del 0.1% en base al peso fresco de los hon-

gos, lo cual representa un porcentaje muy bajo en relación a los demás nutrientes; sin embargo, considerando que las grasas por lo general no faltan o incluso son excesivas en las dietas de la mayoría de las personas en México y muchos países, su bajo contenido en los hongos viene a ser una característica favorable.

Resulta interesante comparar la composición química proximal de proteínas y carbohidratos de Pleurotus ostreatoroseus con la de otros alimentos, lo cual podemos hacer observando la tabla 7. En ella se aprecia el contenido promedio de proteínas y carbohidratos de P. ostreatoroseus (cepa 72) obtenido en el presente estudio y los porcentajes de estos mismos elementos encontrados en diferentes productos alimenticios animales y vegetales (Genders, 1969).

Es notorio que el contenido protéico del hongo supera al de todos los vegetales analizados. Además, todas las proteínas fúngicas contienen los nueve aminoácidos esenciales para el hombre; son especialmente ricos en lisina y leucina, los cuales no se encuentran en la mayoría de los cereales (Chang, 1980).

Por otro lado, el porcentaje de carbohidratos es comparable al de algunos vegetales como la col, jitomate, naranja y zanahoria; se sabe también que los hongos, al no contener almidón, son un alimento ideal para diabéticos y para cualquier persona que no desea aumentar de peso (Chang, 1972).

En cuanto al contenido de sales minerales, todos los hongos en general poseen mayor porcentaje de éstas, que la carne y el pescado, y casi el doble que la mayoría de los vegetales (Chang, 1972).

Considerando el valor nutritivo y agradable sabor de los hongos en general, y en particular de la especie P. ostreato-roseus, el cultivo de hongos comestibles juega un papel importante en la solución de uno de los principales problemas de la humanidad: la escasez de alimentos.

VII.- CONCLUSIONES

- A) La cepa 7₂ de P. ostreatoroseus fue la que mejor creció y se desarrolló en los cuatro sustratos lignocelulósicos utilizados.
- B) El sustrato en el que se obtuvo la mayor eficiencia biológica y producción de carpóforos, fue el rastrojo de lirio acuático. Sin embargo, aún falta esclarecer la posible transferencia de metales tóxicos del lirio a los carpóforos cultivados en él, lo cual limita su uso potencial.
- C) Después del rastrojo de lirio acuático, la paja de trigo fue el mejor sustrato para el cultivo de P. ostreatoroseus.
- D) Los sustratos reflejan poca influencia en la composición química proximal de los carpóforos cosechados.
- E) El porcentaje protéico de P. ostreatoroseus, cepa 7₂, que es de alrededor del 20% del peso seco del hongo y 2% del peso fresco, es mayor al de muchos vegetales.
- F) La cepa 7₂ de P. ostreatoroseus es una especie recomenda-

ble para cultivo comercial en los cuatro sustratos ligno-celulósicos que se emplearon en este trabajo, a reserva de lo que posteriormente se aclare con respecto a los metales pesados posiblemente contenidos en los hongos cultivados sobre lirio acuático.

VIII.- LITERATURA CITADA

- Cedano, M., C. Soto-Velazco y L. Guzmán-Dávalos, 1988. Estudio del crecimiento del hongo comestible Pleurotus ostreatus sobre diferentes medios de cultivo en el laboratorio. 3er. Congr. Nal. Mic. (Resúmenes). Ciudad Victoria, Tamaulipas.
- Chang, S.T. (Ed.), 1972. The chinese mushroom. The Chinese University of Hong Kong.
- Chang, S.T., 1979. The production of straw mushroom on industrial and agricultural wastes as a method of foods proteins recovery in southeast Asia. ASAHIL Conference, Bangkok, Thailandia.
- Chang, S.T., 1980. Mushrooms as human food. BioScience 30(6): 399-401.
- Chang, S.T. y W.A. Hayes (Eds.), 1978. The Biology and Cultivation of edible mushrooms. Academic Press, Nueva York.
- Chang, S.T. y P.G. Miles, 1984. A new look at cultivated mushrooms. BioScience 34(6): 358-362.

- Chang, S.T. y T.H. Quimio (Eds.), 1982. Tropical mushrooms: biological nature and cultivation methods. The Chinese University Press, Hong Kong.
- Crisan, E.V. y A. Sands, 1978. Nutritional Value. In: S.T. Chang y W.A. Hayes (eds.), The Biology and Cultivation of edible mushrooms. Academic Press, Nueva York.
- Eger, G., 1978. Biology and Breeding of Pleurotus. In: S.T. Chang y W.A. Hayes (eds.), The Biology and Cultivation of edible mushrooms. Academic Press, Nueva York.
- Genders, R. (Ed.), 1969. Mushrooms growing for everyone. Faber and Faber, London.
- Guzmán-Dávalos, L., D. Martínez-Carrera, P. Morales y C. Soto, 1987-a. El Cultivo de Hongos Comestibles (Pleurotus) sobre el bagazo del maguey de la industria tequilera. Rev. Mex. Mic. 3: 47-79.
- Guzmán-Dávalos, L. y C. Soto-Velazco, 1987-b. Nuevos registros de hongos comestibles de Jalisco y obtención de la cepa de uno de ellos. 10° Congr. Mex. Bot. (Resúmenes). Guadalajara, Jal.
- Guzmán-Dávalos, L., C. Soto-Velazco y D. Martínez-Carrera, 1987-c. El bagazo de caña de azúcar como sustrato para la

producción de Pleurotus en Jalisco. Rev. Mex. Mic. 3: 79-82.

Guzmán-Dávalos, L. y C. Soto-Velazco, 1989. El cultivo de los hongos comestibles como una alternativa en el uso de los desechos agroindustriales de Jalisco. Tiempos de Ciencia (Universidad de Guadalajara) 15: 35-40.

Guzmán, G., 1977. Identificación de los hongos comestibles, venenosos, alucinantes y destructores de la madera. Ed. Limusa, México, D.F.

Guzmán, G. y L. Guzmán-Dávalos, 1984. Nuevos registros de hongos en el Estado de Veracruz. Bol. Soc. Mex. Mic. 19: 221-224.

Horwitz, W., (Ed.), 1980. Official Methods of Analysis. Assoc. Off. Anal. Chem. 13va. ed. Washington, D.C.

Jain, S.K., Gujral, G.S., Bisaria, F. y Vasudevan, P., 1988. Cultivation of Pleurotus sajor-caju on aquatic weeds. Aquat. Bot., 30: 245-251.

Khanna, P. y H.S. Garcha, 1981. Nutritive value of mushroom Pleurotus florida. Mushr. Sc. 11(2): 561-572.

- Lau, Oi-wah, 1982. Methods of chemical analysis of mushrooms. In: S.T. Chang y T.H. Quimio (Eds.), Tropical Mushrooms: Biological Nature and Cultivation Methods. The Chinese University Press, Hong Kong.
- Martínez, 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: 207-219.
- Ogundana, S.K. y O. Fagade, 1981. The nutritive value of some nigerian edible mushrooms. Mushr. Sc. 11(1): 123-131.
- Singer, R., 1961. Fungi of Northern Brazil. Inst. Micología (Univ. do Recife), 304: 1-26.
- Soto-Velazco, C., L. Guzmán-Dávalos y L. Villaseñor, 1989. Production of Pleurotus ostreatus and P. floridanus on fermented tequila maguey bagasse (Agave tequilana) in México. Mush. Jour. Trop. (en prensa) (Hong Kong).
- Tchierpe, H.J. y K. Hartman, 1977. A comparation of different growing methods. Mush. Jour. 60: 404-416.
- Tejada, H. Irma, 1985. Manual de Laboratorio para análisis de ingredientes utilizados en la alimentación animal. Ed. Patronato de Apoyo a la Investigación y Experimentación

Pecuaría en México, A.C. México, D.F.

Welden, A.L. y G. Guzmán, 1978. Lista preliminar de los hongos, líquenes y mixomicetos de las regiones de Uxpanapa, Coatzacoalcos, Los Tuxtlas, Papaloapan y Xalapa (parte de los Estados de Veracruz y Oaxaca). Bol. Soc. Mex. Mic. 12: 59- 102.

Zadrazil, F., 1978. Cultivation of Pleurotus. In: S.T. Chang y W.A. Hayes (eds.), The Biology and Cultivation of edible mushrooms. Academic Press, Nueva York.

Zadrazil, F., y R.H. Kurtzman, 1983. The Biology of Pleurotus cultivation in the tropics. In: Tropical Mushroom: Biological Nature and Cultivation Methods. S.T. Chang y T.H. Quimio (eds.). The Chinese University Press, Hong Kong.

FIGURAS Y TABLAS



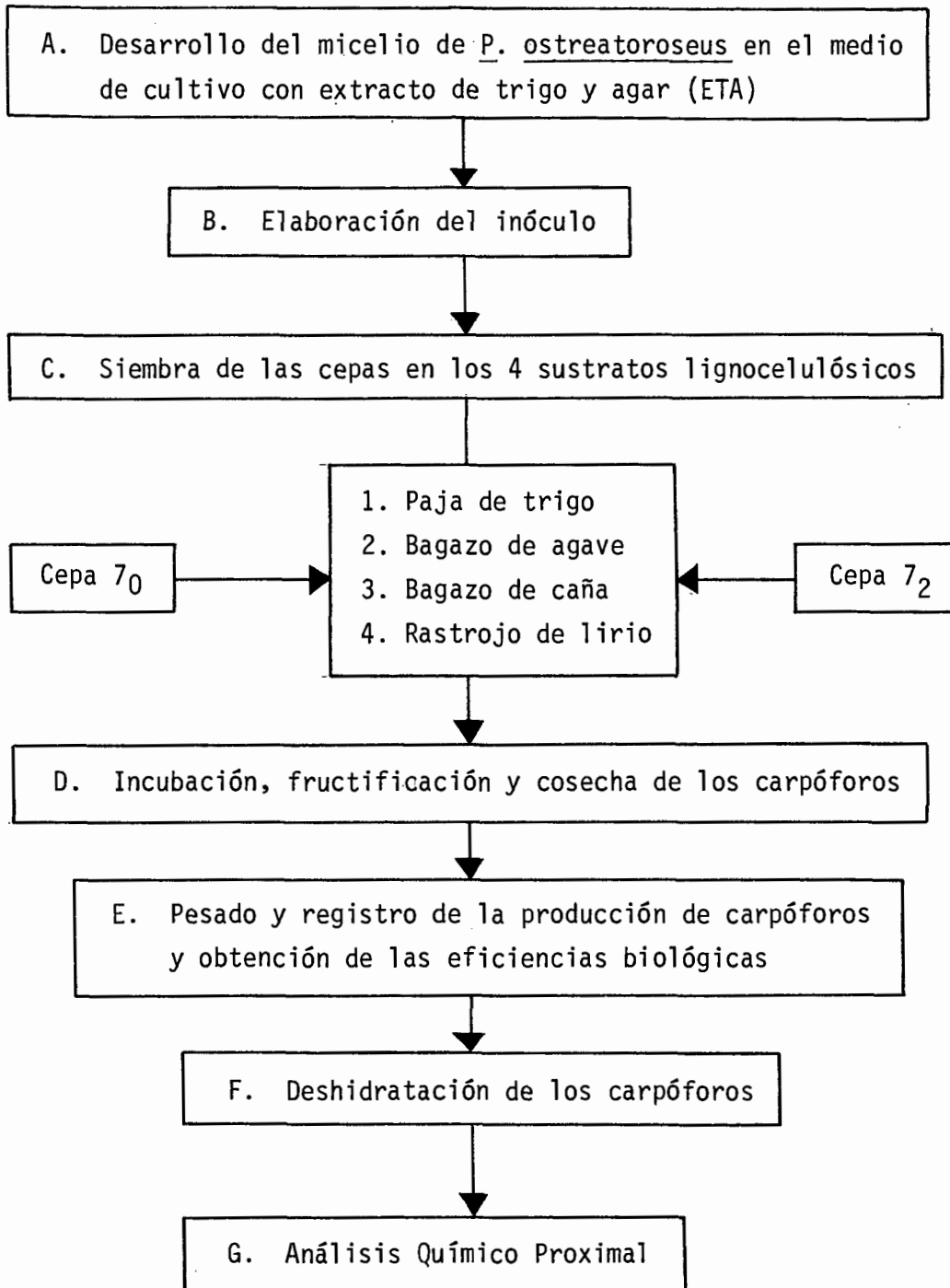


Figura 1. Metodología seguida en el presente estudio.

Sustrato	Peso seco Sustrato (kg.)	Cosechas (grs)				TOTAL (grs)	E.B. * (%)
		1a.	2a.	3a.	4a.		
Paja de Trigo	2.00	643.7	-	-	-	643.70	32.18
Bagazo de Agave	2.00	217.02	278.01	56.74	-	551.77	27.58
Bagazo de Caña	2.00	510.34	367.82	-	-	878.16	43.90
Rastrojo de Lirio	2.00	714.52	661.91	687.12	248.76	2,312.31	115.60

* E.B. = Eficiencia Biológica

Tabla 1. Producción promedio y eficiencias biológicas obtenidas con la cepa 7₀ de P. ostreatoroseus en cada uno de los sustratos lignocelulósicos.

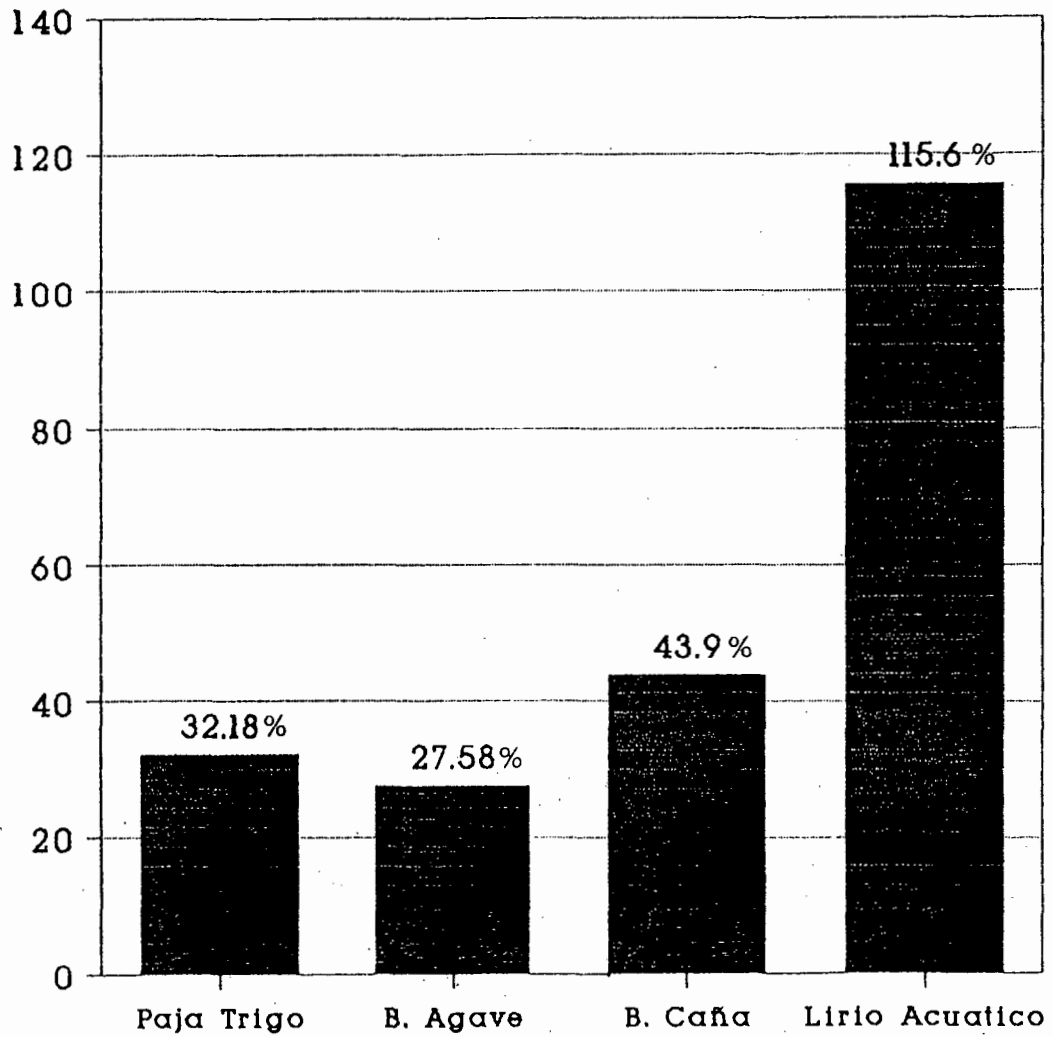


Figura 2. EFICIENCIA BIOLÓGICA de la cepa 7₀ de *P. ostreatoroseus* cultivada en los cuatro sustratos lignocelulósicos.

Sustrato	Inoculación	Aparición de primordios	1a. cosecha
Paja de Trigo	0	15.5	31.5
Bagazo de Agave	0	14.5	25.5
Bagazo de Caña	0	14.5	27.5
Rastrojo de Lirio	0	17.5	27.0

Tabla 2. Días promedio en que se formaron los primordios y se obtuvo la primera cosecha de los carpóforos de la cepa 7₀ de P. ostreato-roseus. El día de la inoculación es el día cero.

Sustrato	Peso seco Sustrato (kg)	Cosechas (grs)				TOTAL (grs)	E.B. * (%)
		1a.	2a.	3a.	4a.		
Paja de Trigo	2.00	1,003.36	352.94	157.98	-	1,514.28	75.71
Bagazo de Agave	2.00	784.40	295.04	-	-	1,079.44	53.97
Bagazo de Caña	2.00	967.82	151.72	-	-	1,119.54	55.97
Rastrojo de Lirio	2.00	1,410.96	1,032.88	608.22	306.85	3,358.91	167.94

* E.B. = Eficiencia Biológica

Tabla 3. Producción promedio y eficiencias biológicas obtenidas con la cepa 7₂ de P. ostreatoroseus en cada uno de los sustratos lignocelulósicos.

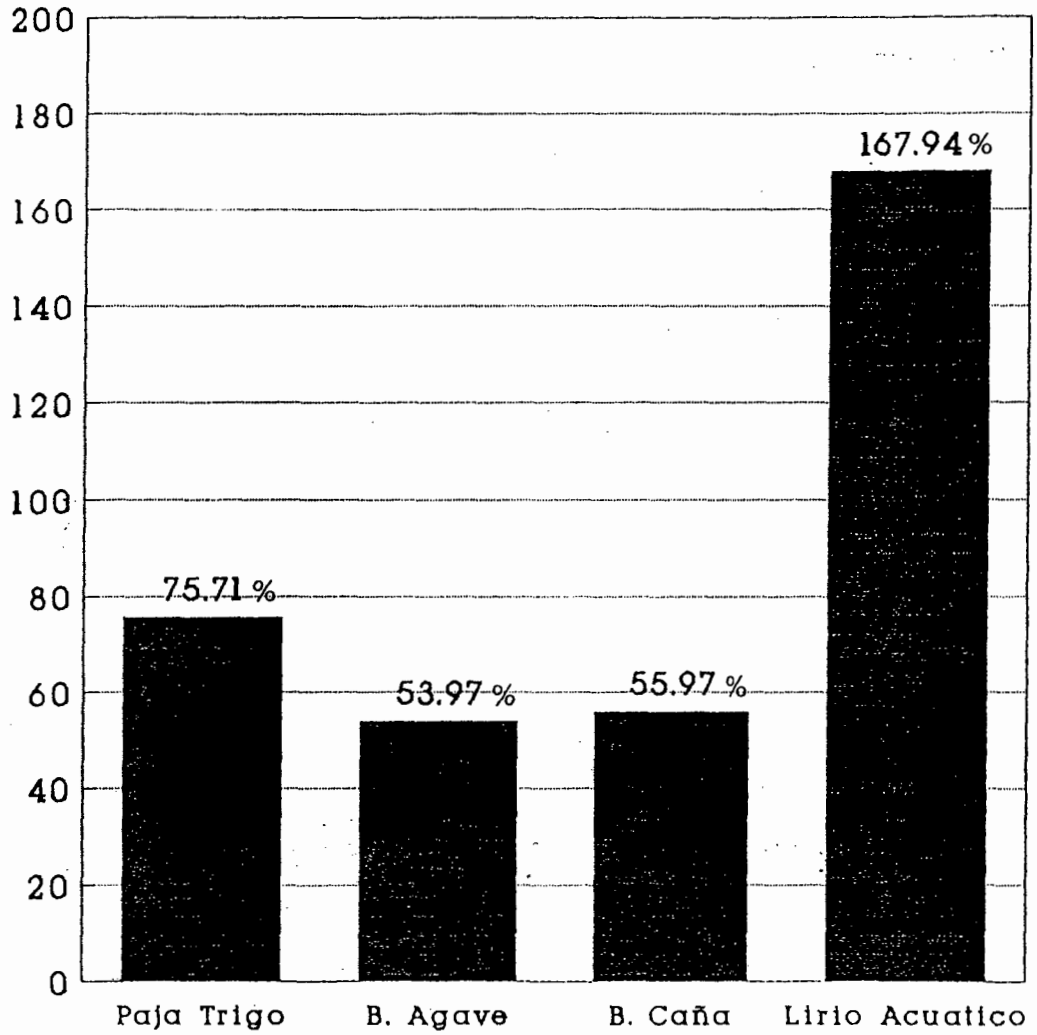
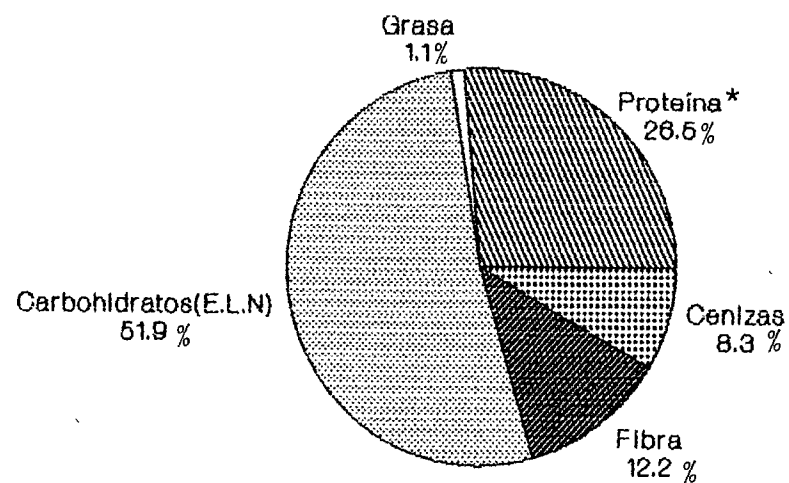


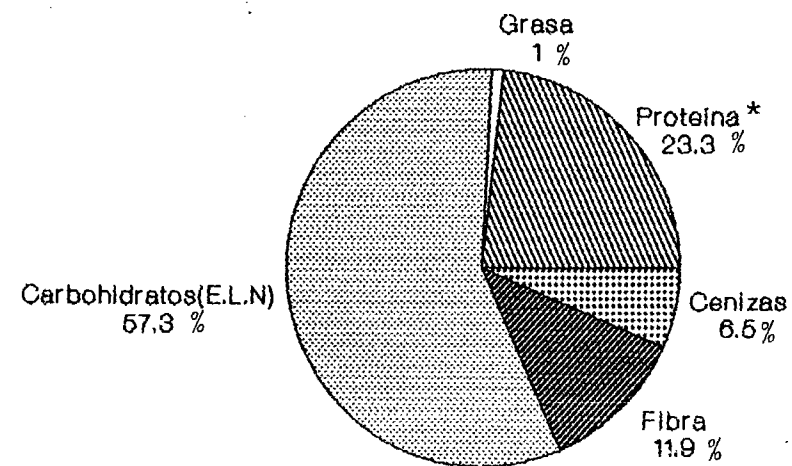
Figura 3. EFICIENCIA BIOLÓGICA de la cepa 7₂ de P. ostreatoroseus cultivada en los cuatro sustratos lignocelulósicos.

Sustrato	Inoculación	Aparición de primordios	1a. cosecha
Paja de Trigo	0	12.5	20.5
Bagazo de Agave	0	13.5	23.0
Bagazo de Caña	0	14.5	22.5
Rastrojo de Lirio	0	16.0	24.0

Tabla 4. Días promedio en que se formaron los primordios y se obtuvo la primera cosecha de los carpóforos de la cepa 7₂ de P. ostreato-roseus. El día de la inoculación es el día cero.

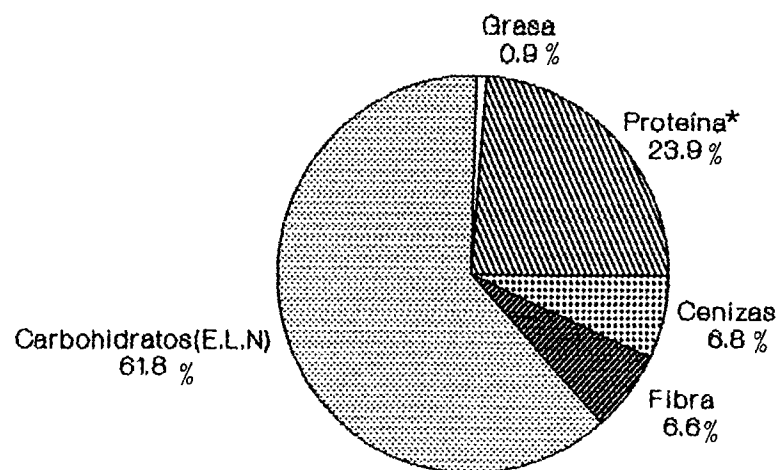


a) En paja de trigo

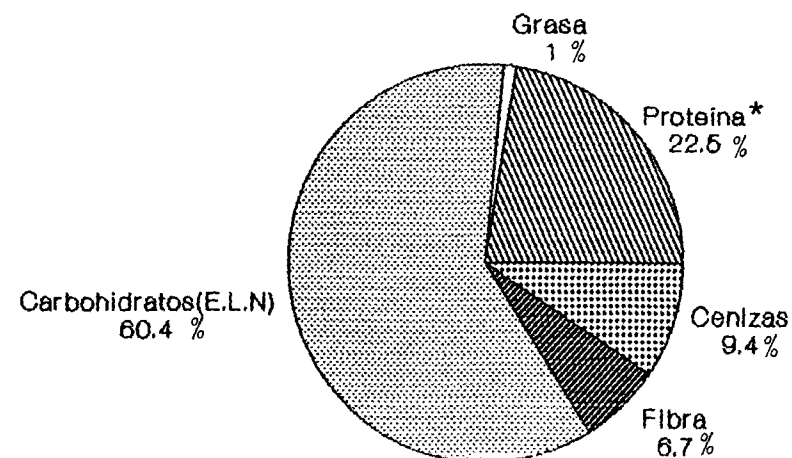


c) En bagazo de caña

* El porcentaje de proteína se calculó con el factor de conversión N x 4.38 de acuerdo a lo mencionado por Crisan y Sands (1978).

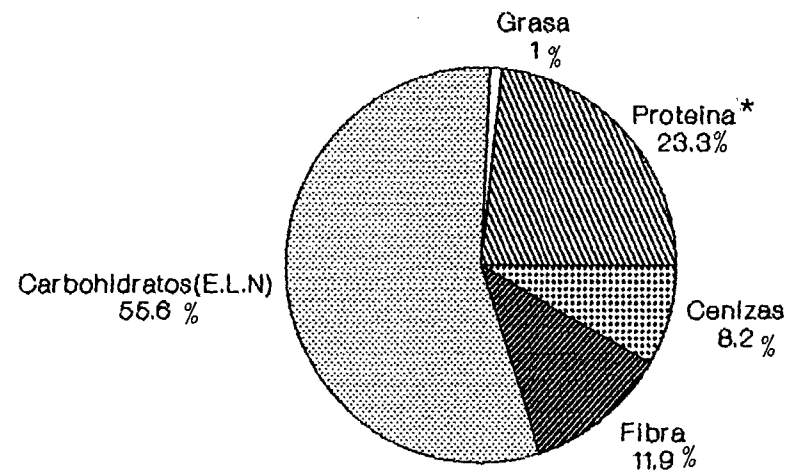


b) En bagazo de agave

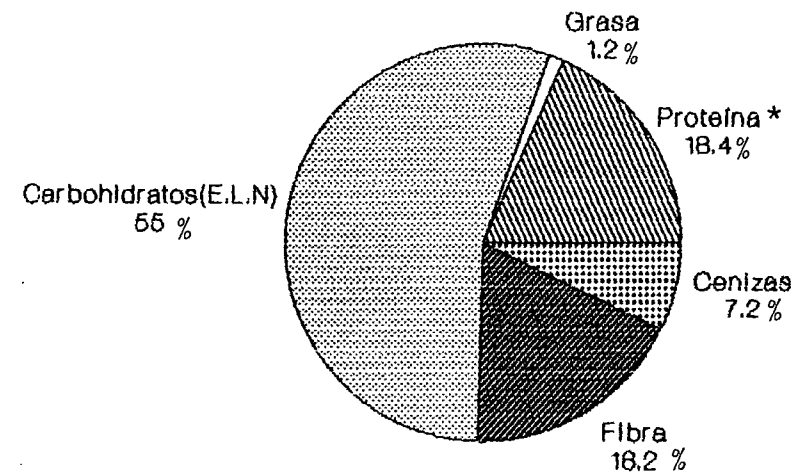


d) En rastrojo de lirio

Figura 4. Análisis proximal de los carpóforos de la cepa 7₀ de P. ostreatoroseus cultivada en cuatro sustratos lignocelulósicos.

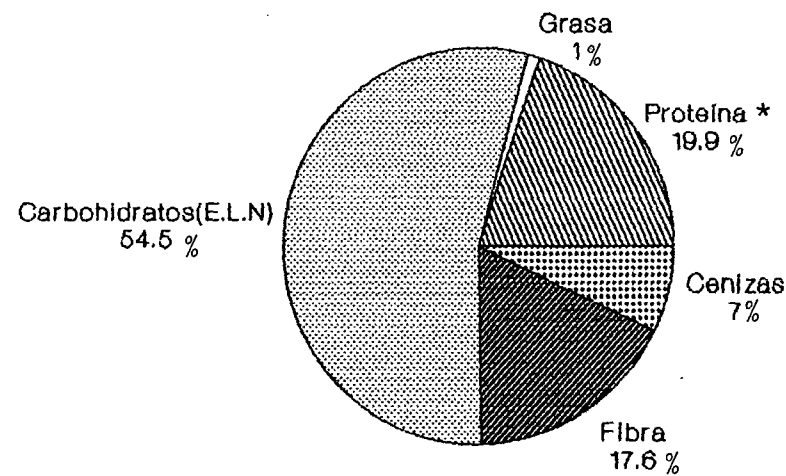


a) En paja de trigo

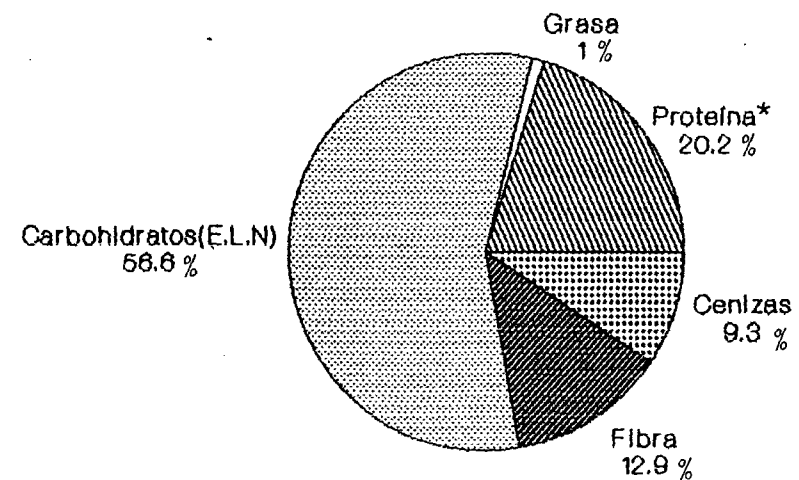


c) En bagazo de caña

* El porcentaje de proteína se calculó con el factor de conversión N x 4.38 de acuerdo a lo mencionado por Crisan y Sands (1978).



b) En bagazo de agave



d) En rastrojo de lirio

Figura 5. Análisis proximal de los carpóforos de la cepa 7₂ de P. ostreatoroseus cultivada en cuatro sustratos lignocelulósicos.

Sustrato	(%) Humedad*	(%) Proteínas (N x 6.25)	(%) Grasa	(%) E.L.N.**	(%) Fibra	(%) Ceniza
Paja de Trigo	12.0	5.3	0.4	44.6	41.2	8.5
Bagazo de Agave	12.3	4.2	0.3	42.3	46.5	6.7
Bagazo de Caña	12.0	3.2	0.4	49.7	42.2	4.5
Rastrojo de Lirio	12.3	7.9	0.3	56.1	21.3	14.4

* Los resultados están expresados en base al peso seco de las muestras, excepto la humedad, que es la que tuvo el sustrato después de secarse al aire.

** Extracto Libre de Nitrógeno

Tabla 5. Resultados de análisis químico proximal de los sustratos empleados para cultivar las cepas de P. ostreatoroseus.

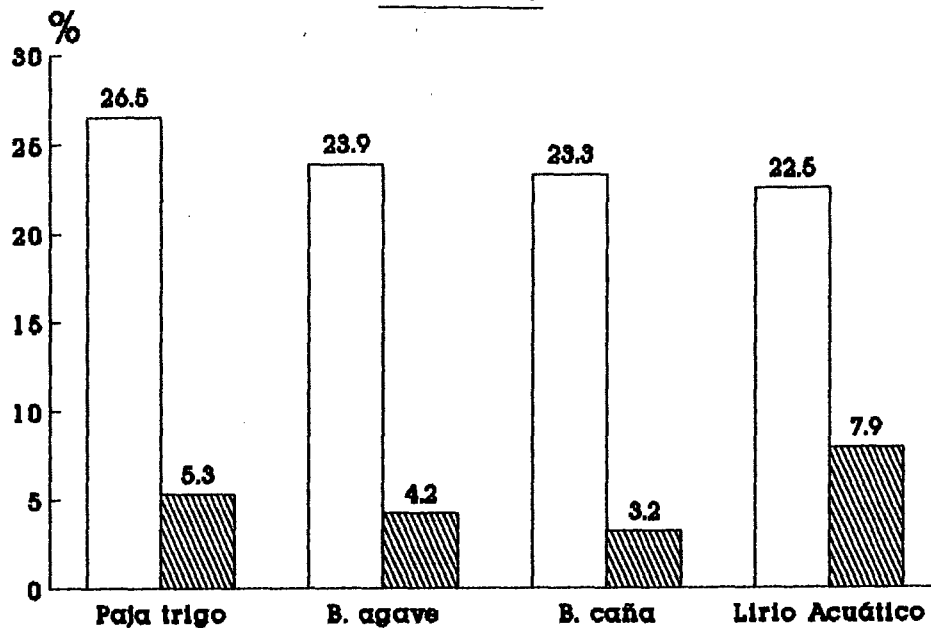
Sustrato (1000 Kg)	Humedad* (%)	** Producción (Kg) Cepa 7 ₀	** Producción (kg) Cepa 7 ₂
Paja de Trigo	76.2	76.6	180.2
Bagazo de Agave	71.8	77.8	152.2
Bagazo de Caña	82.6	76.4	97.4
Rastrojo de Lirio	85.3	169.9	245.2

* Al momento de la inoculación

** Kgs. de hongos frescos por tonelada de sustrato húmedo

Tabla 6. Producción de hongos frescos por tonelada de sustrato, en base a la humedad del mismo al momento de la siembra.

a) CEPA 7₀



b) CEPA 7₂

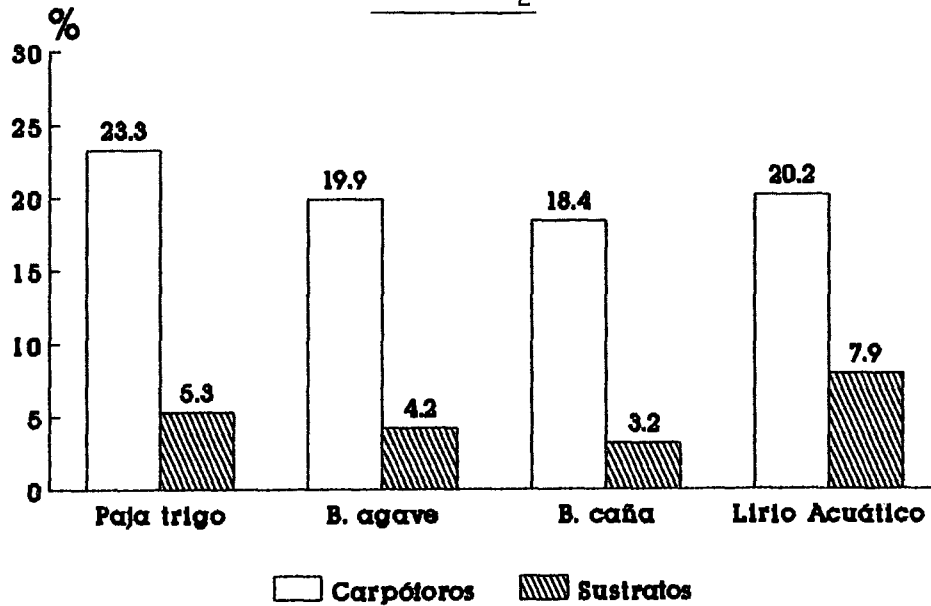


Figura 6. Comparación de los porcentajes de PROTEINA encontrados en los carpóforos de P. ostreatoroseus y en cada uno de los sustratos en que fueron cultivados.

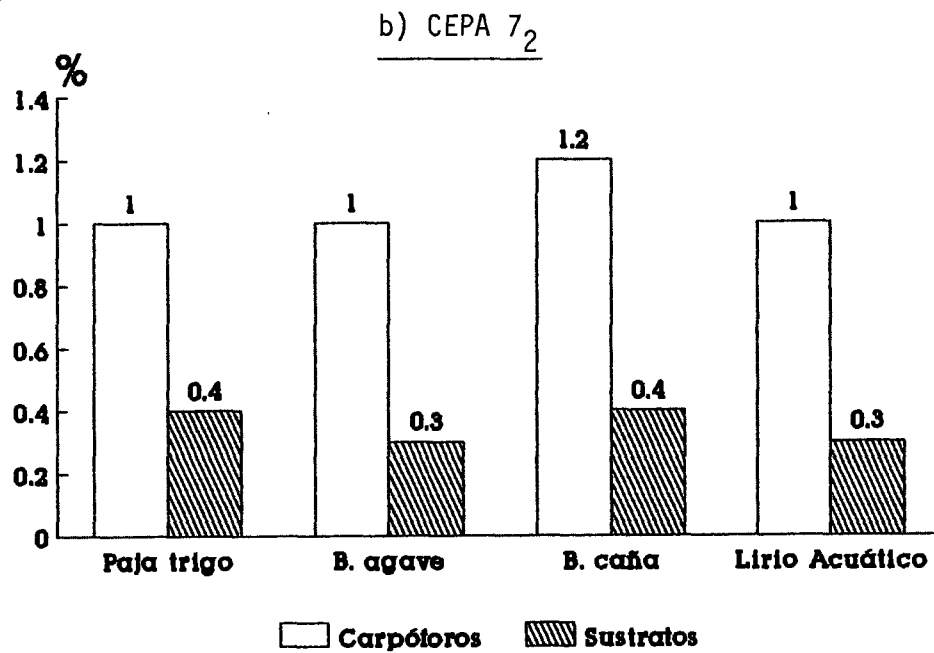
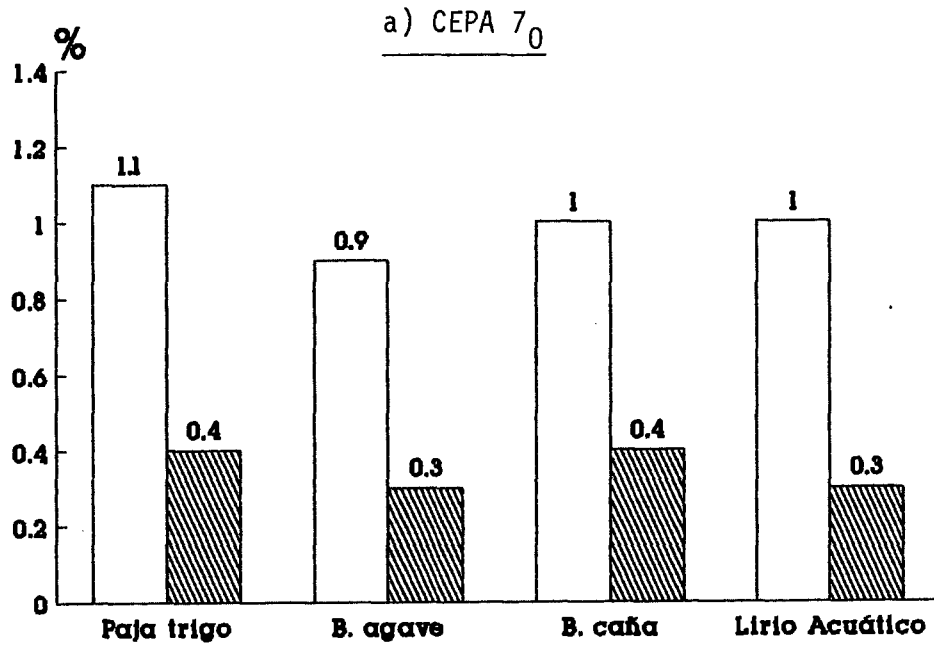


Figura 7. Comparación de los porcentajes de GRASA encontrados en los carpóforos de *P. ostreatoroseus* y en cada uno de los sustratos en que fueron cultivados.

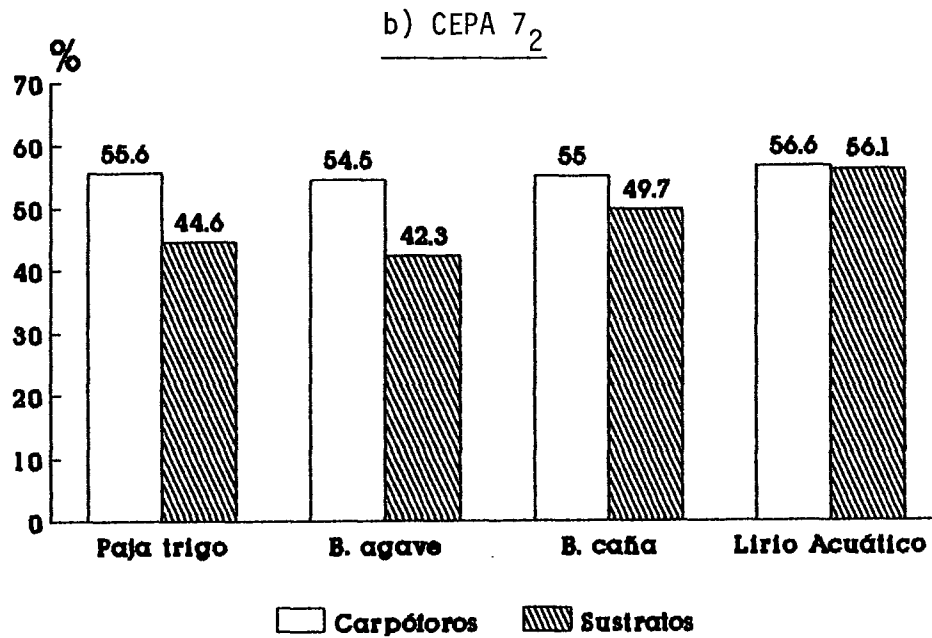
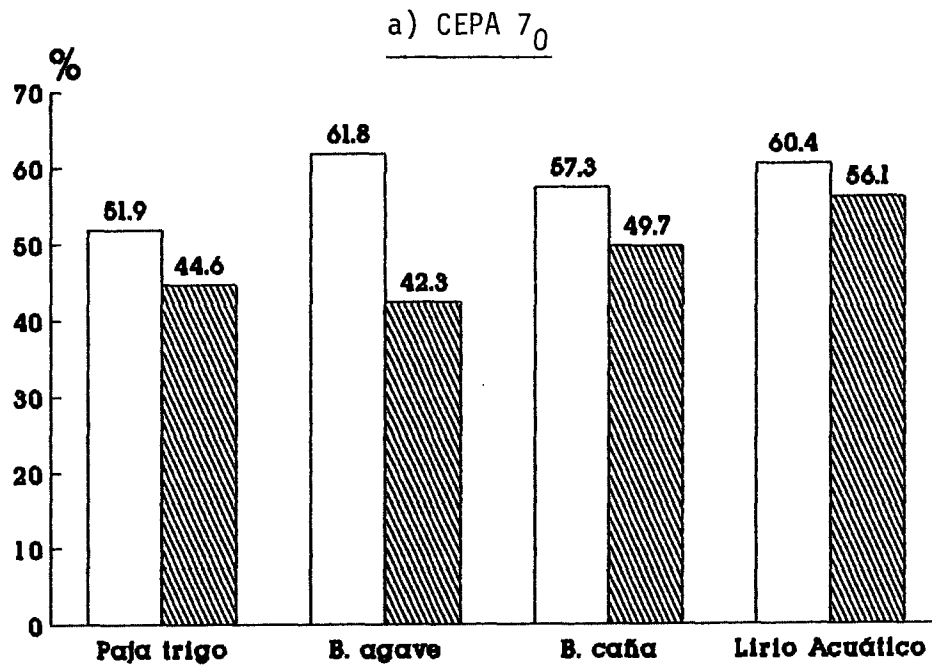
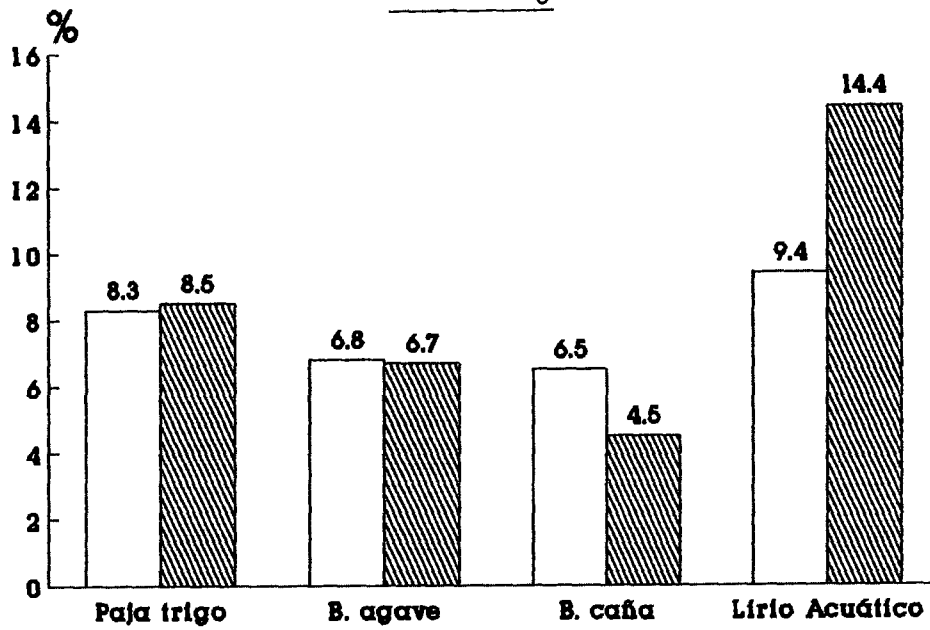


Figura 8. Comparación de los porcentajes de E.L.N. encontrados en los carpóforos de P. ostreatoroseus y en cada uno de los sustratos en que fueron cultivados.

a) CEPA 7₀



b) CEPA 7₂

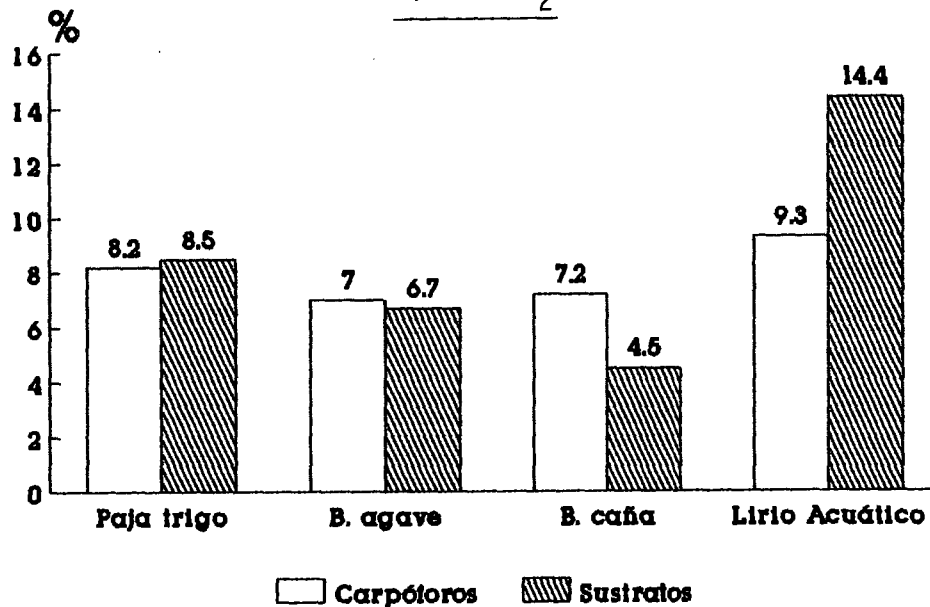
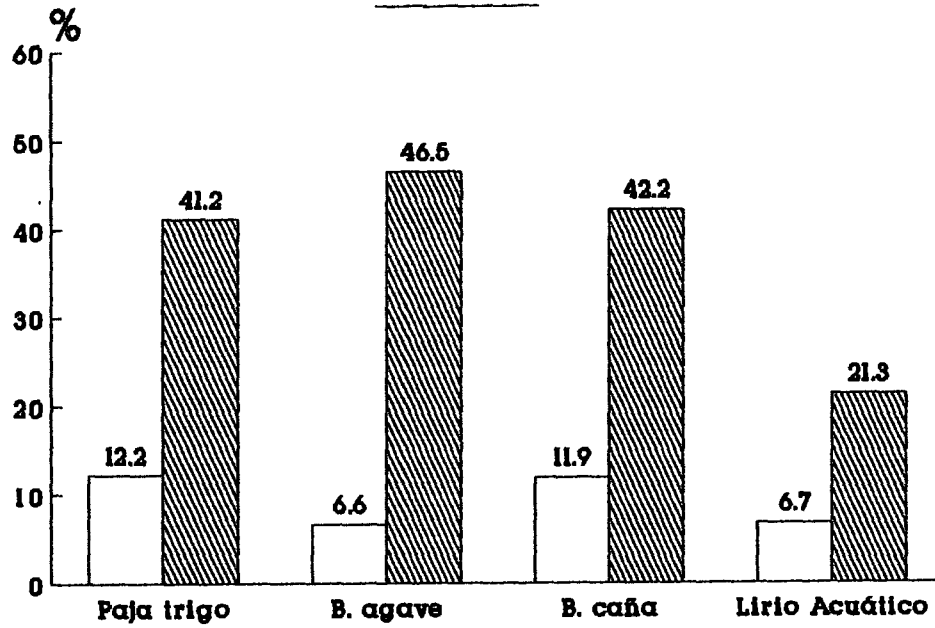


Figura 9. Comparación de los porcentajes de CENIZA encontrados en los carpóforos de *P. ostreatoroseus* y en cada uno de los sustratos en que fueron cultivados.

a) CEPA 7₀



57

b) CEPA 7₂

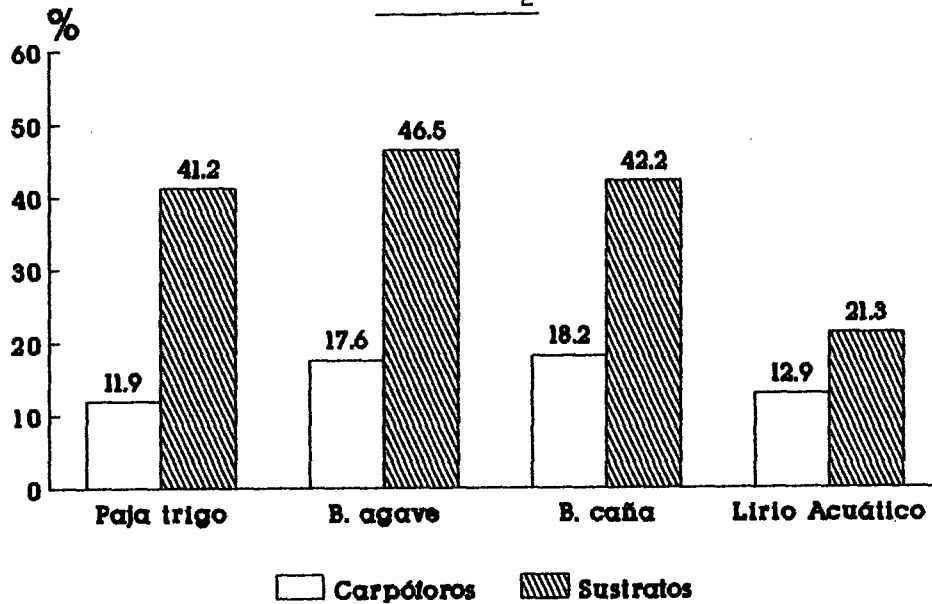


Figura 10. Comparación de los porcentajes de FIBRA encontrados en los carpóforos de P. ostreatoroseus y en cada uno de los sustratos en que fueron cultivados.

Alimento	Proteína (%)	Carbohidratos (%)
<u>Pleurotus ostreatoroseus</u>	2.0	5.5
Cebolla	1.4	8.9
Col	1.4	4.8
Jitomate	1.0	4.0
Manzana	0.3	10.8
Naranja	0.6	8.5
Papa	1.8	14.7
Plátano	0.8	14.3
Uva	1.0	14.4
Zanahoria	1.0	7.4
Carne de cerdo	15.0	-
Carne de pescado	9.2	-
Carne de pollo	12.6	-
Carne de res	19.2	-

Tabla 7. Composición química proximal de proteínas y carbohidratos en Pleurotus ostreatoroseus y otros alimentos.



UNIVERSIDAD DE GUADALAJARA
FACULTAD DE CIENCIAS

Expediente

Número ...1080/89...

SRITA. MARTHA MARTINEZ MAYORGA
P R E S E N T E . -

Manifestamos a usted que con esta fecha ha sido -
aprobado el tema de Tesis "CULTIVO DEL HONGO COMESTIBLE *Pleurotus ostreatoroseus* Sing. EN CUATRO SUSTRATOS LIGNOCELULOSICOS Y LA INFLUENCIA SOBRE SU COMPOSICION QUIMICA PROXIMAL" --
para obtener la Licenciatura en Biología.

Al mismo tiempo le informamos a usted que ha sido
aceptada como Directora de dicha Tesis a la M.en C. Ma. del -
Refugio Mora Navarro.



FACULTAD DE CIENCIAS

A T E N T A M E N T E
"PIENSA Y TRABAJA "
Guadalajara, Jal., Septiembre 13 de 1989

EL DIRECTOR

ING. ADOLFO ESPINOSA DE LOS MONTEROS CARDENAS

EL SECRETARIO

M. EN C. ROBERTO MIRANDA MEDRANO


c.c.p. La M.en C.Ma.del Refugio Mora Navarro, Directora de Tesis. Pte
c.c.p. El expediente de la alumna.

C. ING. ADOLFO ESPINOZA DE LOS MONTEROS CARDENAS
DIRECTOR DE LA FACULTAD DE CIENCIAS
UNIVERSIDAD DE GUADALAJARA
P R E S E N T E .

Me dirijo a usted de la manera mas atenta para informarle que después de haber revisado la Tesis de la - Pasante de Biología MARTHA MARTINEZ MAYORGA, titulada: "CULTIVO DEL HONGO COMESTIBLE Pleurotus ostreatoroseus Sing. EN CUATRO SUSTRATOS LIGNOCELULOSICOS Y LA INFLUEN CIA SOBRE SU COMPOSICION QUIMICA PROXIMAL", no existe - ningún inconveniente y doy mi aprobación para la impresión de la misma.

A T E N T A M E N T E

Guadalajara, Jal. a 9 de enero de 1990.


~~M. en C. Ma.~~ DEL REFUGIO MORA
DIRECTORA DE TESIS