

**UNIVERSIDAD AUTONOMA DE NUEVO LEON**

FACULTAD DE AGRONOMIA

SUBDIRECCION DE ESTUDIOS DE POSTGRADO



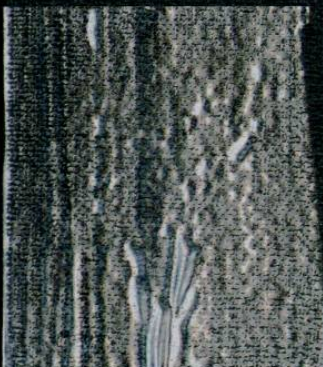
CARACTERIZACION DE CEPAS DEL HONGO  
COMESTIBLE *Pleurotus* spp. EN MEDIOS DE  
CULTIVO Y SU EVALUACION EN SUBSTRATOS  
LIGNOCELULOSICOS FORRAJEROS PARA  
LA PRODUCCION DE CARPOFOROS.

POR

RAMON RODRIGUEZ MACIAS

COMO REQUISITO PARCIAL PARA OBTENER  
EL GRADO DE MAESTRO EN CIENCIAS  
EN PRODUCCION AGRICOLA

SEPTIEMBRE, 1996



TM

SB353

R6

c.1



1080071715

UNIVERSIDAD AUTONOMA DE NUEVO LEON

FACULTAD DE AGRONOMIA

SUBDIRECCION DE ESTUDIOS DE POSTGRADO



CARACTERIZACION DE CEPAS DEL HONGO  
COMESTIBLE *Pleurotus* spp. EN MEDIOS DE  
CULTIVO Y SU EVALUACION EN SUBSTRATOS  
LIGNOCELULOSICOS FORRAJEROS PARA  
LA PRODUCCION DE CARPOFOROS.

POR

RAMON RODRIGUEZ MACIAS

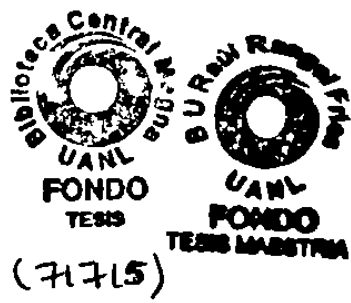
COMO REQUISITO PARCIAL PARA OBTENER  
EL GRADO DE MAESTRO EN CIENCIAS  
EN PRODUCCION AGRICOLA

BIBLIOTECA Agronomía U.A.N.L.

SEPTIEMBRE, 1996

12554 <sup>e</sup>

TM/  
SB353  
RG



CARACTERIZACION DE CEPAS DEL HONGO COMESTIBLE *Pleurotus spp.* EN MEDIOS DE CULTIVO Y SU EVALUACION EN SUBSTRATOS LIGNOCELULOSICOS FORRAJEROS PARA LA PRODUCCION DE CARPOFOROS.

Aprobación de la tesis

Ph. D. RIGOBERTO GONZALEZ GONZALEZ  
(asesor de la tesis)

D Cs. AURORA GARZA ZUÑIGA  
(Coasesor)

Dra. ELIZABETH CARDENAS CERDA  
(Coasesor)

M.C. CONRADO SOTO VELASCO  
(Coasesor externo)

Ph. D. RIGOBERTO GONZALEZ GONZALEZ  
Subdirector de Estudios de Postgrado

Septiembre de 1996  
Marín Nuevo León, México

## AGRADECIMIENTOS

Quiero expresar mi más sincero agradecimiento al Ph.D. Rigoberto González González Asesor de mi tesis. Así como a las Ph. D. Elizabeth Cárdenas Cerda, Aurora Garza Zúñiga y al M.C. Conrado Soto Velasco por formar parte del comité de tesis, por sus valiosas sugerencias e interés, en la revisión del presente trabajo.

A la universidad de Guadalajara específicamente al Centro Universitario de Ciencias Biológicas y Agropecuarias (CUC BA) así como al Consejo Nacional de Ciencia y Tecnología por el apoyo económico para la realización de mis estudios.

A la Maestra Luz María Villarreal de Puga, Directora Emérita Viticultura del Instituto de Botánica de la Universidad de Guadalajara por todo el apoyo laboral y moral recibido durante mi carrera profesional

A la M.C. Laura Guzmán Davalos directora del Departamento de Botánica y Zoología del (CUCBA) de la Universidad de Guadalajara. Ya que sin su apoyo no hubiera sido posible realizar estos estudios de postgrado.

## DEDICATORIAS

A dios por darme la vida, lo que tengo y me rodea.

A mi esposa        María Isabel Turrubiates Gómez Con cariño y amor por su comprensión, apoyo, sacrificio y motivación durante mis estudios de postgrado.

A mis padres:        Sr. Magdaleno Rodríguez Jaime  
                                 Sra. María Carolina Macias Rosales

Con cariño, admiración y respeto, ejemplo de trabajo, dedicación, honradez y espíritu de sacrificio, gracias a su apoyo y confianza fueron parte fundamental para la realización de esta meta en mi vida.

A mis abuelos y en especial a Magdalena Jaime Barba.(†) Con un cariño muy profundo y a la cual recuerdo con amor y respeto.

A mis hermanos: José Guadalupe, María Isabel, Javier, Felipe, José Antonio, Lucia y Jacinto

Por darme confianza, ejemplo de humanidad y estímulos de superación.

A los señores:        Martín Soto Bautista  
                                 María Gómez Delgado

Por su apoyo confianza y empuje que me demostraron durante mi estancia en la maestría.

A todos los compañeros de estudios de postgrado especialmente a: Francisco Zamora, Héctor Fimbres, David Villarreal, Horácio Solano. Wilder Camácho, Mario Dena, Edgar Molina, así como a todos aquellos amigos y compañeros que tuve la oportunidad de conocer y convivir durante mi estancia en la Universidad Autónoma de nuevo León.



## CONTENIDO

Capitulo	Pagina
APROBACION DE TESIS _____	I
AGRADECIMIENTOS _____	II
DEDICATORIAS _____	III
CONTENIDO _____	IV
INDICE DE CUADROS _____	VI
INDICE DE GRAFICAS Y FIGURAS _____	IIIIV
RESUMEN _____	IX
SUMMARY _____	X
<b>I. INTRODUCCION _____</b>	<b>1</b>
1 1 OBJETIVOS _____	3
1 2 HIPOTESIS _____	4
<b>II. REVISION DE LITERATURA. _____</b>	<b>5</b>
2 1 ASPECTOS GENERALES _____	5
2 1 1 REPRODUCCION _____	6
2 1 2 CLASIFICACION _____	8
2 2 IMPORTANCIA DE LOS HONGOS COMESTIBLES _____	9
2 2 1 VALOR NUTRICIONAL DE LOS HONGOS COMESTIBLES _____	9
2 2 2 HONGOS COMESTIBLES SUSCEPTIBLES DE SER CULTIVADOS _____	11
2 2 3 INCREMENTO EN LA PRODUCCION DE HONGOS COMESTIBLES _____	12
2 3 CARACTERISTICAS DE LAS ESPECIES DE <i>Pleurotus SPP</i> EN ESTUDIO _____	13
2 3 1 CLASIFICACION TAXONOMICA _____	14
2 3 1 1 Morfologia de <i>Pleurotus ostreatus</i> (Jacquin ex Fries) Kummer _____	14
2 3 1 2 Morfologia de <i>Pleurotus ostreatus</i> var florida _____	14
2 3 1 3 Morfologia de <i>Pleurotus pulmonarius</i> (Fries) Quelet _____	15
2 4 IMPORTANCIA DEL GENERO <i>Pleurotus</i> COMO HONGO COMESTIBLE _____	15
2 4 1 CARACTERISTICAS DE CEPAS DE <i>Pleurotus SPP</i> DESEABLES Y METODOS PARA OBTENERLAS _____	16
2 4 2 REQUERIMIENTOS NUTRICIONALES DEL GENERO <i>Pleurotus SPP</i> _____	17
2 4 3 FACTORES PARA EL DESARROLLO DE CUERPOS FRUCTIFEROS _____	18
2 4 4 EFECTO DE LA TEMPERATURA PARA EL CRECIMIENTO DE <i>Pleurotus SPP</i> _____	18
2 5 UTILIZACION DE MEDIOS DE CULTIVO SOLIDOS PARA CARACTERIZACION DE CEPAS DE HONGOS COMESTIBLES _____	20
2 6 SUBSTRATOS LIGNOCELULOSICOS UTILIZADOS PARA LA PRODUCCION DE <i>Pleurotus SPP</i> _____	23
<b>III. MATERIALES Y METODOS _____</b>	<b>29</b>
3 1 LOCALIZACION DE LA FAUANL _____	29
3 2 CLIMA _____	29

<b>3.3.- METODOLOGIA</b>	<b>30</b>
3.3.1.- EXPERIMENTO A:	30
3.3.1.1.- Aislamiento de las cepas:	31
3.3.1.2.- Selección del medio sólido.	31
3.3.2.- EXPERIMENTO B:	34
3.3.2.1.- Elaboración de inóculo:	34
3.3.2.2.- Substratos utilizados:	35
3.3.2.3.- Siembra del inóculo	35
3.3.2.4.- Evaluación de la producción de los carpóforos	36
3.3.3.- ANALISIS DE PROTEINA.	37
3.3.4.- ANALISIS ESTADISTICO A UTILIZAR PARA ESTE EXPERIMENTO:	37
<b>IV.-RESULTADOS</b>	<b>38</b>
<b>4.1.- EXPERIMENTO A.</b>	<b>38</b>
4.1.1.- CARACTERIZACION MACROSCOPICA DE LAS CEPAS EN TRES MEDIOS DE CULTIVO SOLIDO.	38
4.1.2.- ANALISIS ESTADISTICOS DE LAS VARIABLES (VELOCIDAD DE CRECIMIENTO MICELIAR CM. POR DIA), (DIAS EN CUBRIR EL MEDIO SOLIDO; ASI COMO LA SIGNIFICANCIA DE LOS FACTORES (CEPAS Y MEDIOS) Y SU INTERACCION.	41
4.1.2.1.- Velocidad de crecimiento micelial.	41
4.1.2.2.- Días de crecimiento en cubrir el medio sólido	44
<b>4.2.-EXPERIMENTO B.</b>	<b>47</b>
4.2.1.-RENDIMIENTO	47
4.2.2.-EFICIENCIA BIOLOGICA	51
4.2.3.- OBSERVACIONES DE LAS CEPAS DURANTE SU DESARROLLO Y FRUCTIFICACION	54
4.2.4.- ANALISIS DE PROTEINA DE LOS CARPOFOROS DE LA CEPA (IBUG-4) <i>P. ostreatus</i> COSECHADOS A PARTIR DE TRES SUBSTRATOS EMPLEADOS.	56
4.2.5.- ANALISIS DE PROTEINA DE LOS TRES SUBSTRATOS LIGNOCELULOSICOS UTILIZADOS.	58
<b>V.- DISCUSION</b>	<b>59</b>
<b>5.1.- MEDIOS DE CULTIVO</b>	<b>59</b>
<b>5.2.- EFICIENCIA BIOLOGICA</b>	<b>61</b>
<b>5.3.- ANALISIS DE PROTEINA DE LA CEPA (IBUG-8) <i>Pleurotus ostratus</i></b>	<b>63</b>
5.3.1.- ANALISIS DE PROTEINA DE LOS SUBSTRATOS UTILIZADOS.	64
5.3.2.- CONSIDERACIONES DEL CONTENIDO DE PROTEINA DE LA CEPA (IBUG-8).	65
<b>VI.- CONCLUSIONES</b>	<b>67</b>
<b>VII.- LITERATURA CITADA</b>	<b>69</b>

## LISTA DE TABLAS

Tabla	Página
Tabla 1.- Rangos de temperatura y temperaturas óptimas para el cultivo de algunos hongos.....	19
Tabla 2.- Medios sólidos utilizados en el crecimiento y conservación de cepas de <i>Pleurotus spp.</i> .....	22
Tabla 3.- Substratos utilizados para el cultivo de <i>Pleurotus spp.</i> .....	24
Tabla 4.- Composición de medios de cultivo utilizados.....	32
Tabla 5.- Caracterización macroscópica de las cepa (IBUG-8) en medio PDA, EMA Y HIT a temperatura de 29 °C. ....	39
Tabla 6.- Caracterización macroscópica de las cepa (IBUG-4) en medio PDA, EMA Y HIT a temperatura de 29 °C. ....	39
Tabla 7.- Caracterización macroscópica de las cepa (C.S.1) en los medios PDA, EMA Y HIT a temperatura de 29 °C. ....	40
Tabla 8.- Cuadrados medios y significancias de las variables estudiadas. ....	42
Tabla 9.- Medias de la interacción (Tratamientos) para la variable velocidad de crecimiento micelial .....	42
Tabla 10 .- Medias del factor cepa para la variable velocidad de crecimiento (Cm. por 24 horas).....	43
Tabla 11.- Medias del factor medio para la variable velocidad de crecimiento (Cm. por día).....	44
Tabla 12.- Medias de la interacción (tratamientos) para la variable días para cubrir el medio sólido (con un diámetro de 8.5 Cm.) .....	45
Tabla 13 .- Medias del factor cepa para la variable días para cubrir el medio sólido (con un diámetro de 8.5 Cm.).....	46
Tabla 14.- Medias del factor medio para la variable días en cubrir el medio sólido (con un diámetro de 8.5 Cm.).....	46

Tabla 15.- Análisis de varianza para la variable rendimiento total en gr. del experimento de cepas de <i>Pleurotus spp.</i> y substratos lignocelulósicos. así como su interacción.....	48
Tabla 16.- Medias de la interacción (tratamientos) para la variable rendimiento (gramos por cepa). .....	48
Tabla 17.- Medias del factor cepa para la variable rendimiento de carpóforos (gramos por cepa). .....	49
Tabla 18.- Medias de factor sustrato para la variable rendimiento (gramos por sustrato) .....	50
Tabla 19.- Análisis de varianza para la variable eficiencia biológica de los factores cepas y substratos así como su interacción.....	51
Tabla 20.- Medias de la interacción (tratamientos) para la variable eficiencia biológica .....	51
Tabla 21.- Medias del factor cepa para la variable eficiencia biológica .....	52
Tabla 22.- Medias del factor sustrato para la variable eficiencia biológica .....	53
Tabla 23.- Producción y eficiencias biológicas obtenidas en las cepas estudiadas en cada uno de los substratos utilizados a temperaturas mínimas de 9 °C y máximas de 36 °C.....	54
Tabla 24.- Análisis de varianza de la variable % de proteína en carpóforos de la cepa (IBUG-8) cultivados en tres substratos lignocelulósicos. ....	56
Tabla 25.- Medias de la variable % de proteína en carpóforos de la cepa (IBUG-8) cultivados en tres substratos lignocelulósicos. ....	56
Tabla 26.- Contenido de proteína en substratos forrajeros empleados. ....	57
Tabla 27.- Comparación de medios y cepas evaluadas en el presente trabajo contra los medios y cepas evaluados por diversos autores.....	60
Tabla 28.- Eficiencias biológicas obtenidas en diferentes tipos de substratos .....	62
Tabla 29.- Porcentaje de proteína de la cepa (IBUG-8) <i>Pleurotus ostreatus</i> comparado con otros alimentos .....	65

## LISTA DE GRAFICAS Y FIGURAS

Figura 1.- Reproducción sexual de los basidiomycotina.....	7
Figura 2.- Metodología seguida en el presente estudio. ....	30
Gráfica 1.- Comportamiento de la interacción (tratamientos) para la variable velocidad de crecimiento (Cm. por día). ....	43
Gráfica 2.- Comportamiento de la interacción (tratamiento) para la variable días en cubrir el medio sólido (con un diámetro de 8.5 Cm.). ....	45
Gráfica 3 .- Comportamiento de la interacción (tratamientos) para la variable rendimiento. ....	49
Gráfica 4 .- Comportamiento de la interacción (tratamientos) para la variable eficiencia biológica. ....	52
Gráfica 5.- Comportamiento de la interacción (tratamientos) para la variable proteína .....	57
Gráfica 6.- Contenido de proteína en rastrojos empleados. ....	58

## RESUMEN

RAMON RODRIGUEZ MACIAS

Fecha de graduación: Abril, 1992

Universidad Autónoma de Nuevo León

Facultad de Agronomía

Título del Estudio: **CARACTERIZACION DE CEPAS DEL HONGO COMESTIBLE *Pleurotus spp.* EN MEDIOS DE CULTIVO Y SU EVALUACION EN SUBSTRATOS LIGNOCELULOSICOS FORRAJEROS PARA LA PRODUCCION DE CARPOFOROS.**

Número de Páginas: 85

Candidato para el grado de Maestro en  
Ciencias en Producción Agrícola.

Area de estudio: Micología

Se estudió el comportamiento de 3 cepas de *Pleurotus spp* sobre 3 medios de cultivo sólido a nivel laboratorio: agar con extracto de malta (EMA), agar con dextrosa y papa (PDA), y agar con harina integral de trigo y dextrosa (HIT); bajo condiciones completas de obscuridad y con una temperatura de 29 °C. El medio de cultivo que resultó más adecuado fue agar con harina integral de trigo y dextrosa (HIT). Posteriormente se realizó una caracterización macroscópica y microscópica de cada una de las cepas, en los diferentes medios de cultivo de las cuales la cepa (IBUG-4) presentó el mejor desarrollo.

Se cultivaron 3 cepas de *Pleurotus spp.* en temperaturas que oscilaron de 28-36°C sobre 3 substratos lignocelulósicos: Rastrojo de hoja de la mazorca de maíz, rastrojo de sorgo forrajero, paja de pasto bermuda cruz 1. Con la cepa (IBUG-8) en la paja de pasto se obtuvo la mayor producción de carpóforos y eficiencia biológica de las tres cepas, seguido por el rastrojo de maíz y rastrojo de sorgo. Se efectuó un análisis de proteína de los carpóforos y substratos. El análisis de proteína mostró que no existe diferencias significativas del substrato sobre la composición química de proteína de los carpóforos.

Los resultados de esta investigación demostraron que se pueden producir carpóforos de hongos comestibles con cepas de *Pleurotus spp.* bajo condiciones de altas temperaturas hasta 36°C y con un mínimo de infraestructura mínima.

ASESORES: Ph. D. RIGOBERTO GONZALEZ GONZALEZ  
D Cs. AURORA GARZA ZUÑIGA  
Dra. ELIZABETH CARDENAS CERDA  
M. C. CONRADO SOTO VELASCO

## SUMMARY

RAMON RODRIGUEZ MACIAS

Graduation date: April 1992

Universidad Autónoma de Nuevo León

Facultad de Agronomía

Title of work: Characterization of 3 strains of the edible mushroom *Pleurotus spp* cultured on solid culture media and their evaluation by carpophore production on lignocellulosic forage byproducts.

Pages: 85

Degree candidat of: Maestro en Ciencias en Producción Agrícola.

Study work: Micology

## SUMMARY

In this study the production of 3 strains of *Pleurotus spp* cultivated on 3 solid media was evaluated. The strains were cultured on: Extract Malta Agar (EMA), potatoe dextrose agar (PDA), and raw wheat flour with agar and dextrose (HIT); under conditions of total darkness and a temperature of 29 °C. The best culture medium in this experiment was (HIT). The strain (BUG-4) cultured on the 3 different culture media showed the best development and growth.

In a second experiment 3 estrains of *Pleurotus spp*. were cultured on 3 lignocellulosic forage byproducts; corn fodder, sorguhum fodder and Bermuda straw grass bred 1. The strain (IBUG-8) sown on straw grass breed 1 yielded significantly more carpophores and it showed a better biological efficiency than corn fodder and sorghum fodder. The similar protein content of carpophores harvested from the 3 different substrates suggests that there were not significant differences in the subbtrate-protein.

The results of this study showed that is possible to produce edible mushrooms from *Pleurotus spp* with the utilization of agricultural byproducts under high temperature conditions.

ASSESSOR: Ph. D. RIGOBERTO GONZALEZ GONZALEZ  
D Cs. AURORA GARZA ZUÑIGA  
Dra. ELIZABETH CARDENAS CERDA  
M. C. CONRADO SOTO VELASCO

## I.- INTRODUCCION

Actualmente se considera que alrededor de la mitad de la población mundial está insuficiente e inadecuadamente alimentada, no solo en cuanto a energía que requiere, sino también en lo referente a los elementos nutritivos (proteínas, vitaminas, etc.), que al ser deficientes en los alimentos ocasionan la desnutrición.

Es imperativo llevar a cabo investigaciones que generen técnicas adecuadas para la explotación masiva de hongos comestibles a partir de diversos desechos agrícolas, así como la obtención de alimentos no convencionales para el ganado; mediante los residuos de esos desechos mezclados con el micelio del hongo. ya que estos constituyen una fuente potencial de proteínas, que en gran medida coadyuvarían a la solución de las demandas nutricionales de los países en desarrollo (Chang y Hayes, 1978; Chang y Quimio, 1982; Martínez-Carrera et al., 1984; Soto-Velasco, 1986). Debido a ello, últimamente se han encaminado esfuerzos para desarrollar biotecnologías que generen alimentos de bajo costo y en gran cantidad. Una de estas biotecnologías es el cultivo de diversas especies de hongos comestibles, ya que para su producción se emplean áreas muy reducidas, en comparación con la agricultura y las cosechas de hongos que se obtienen, son abundantes y durante todo el año (Chang y Hayes, 1978; Chang y Quimio, 1982).

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.



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 diferentes especies del género *Pleurotus*, las cuales se cultivan en mayor o en menor grado en diversas partes del mundo (Chang y Hayes, 1978; Chang y Quimio 1982).

Sin embargo, para que su explotación se haga extensiva, es necesario incrementar el estudio de las cepas nativas con la finalidad de adaptarlas al cultivo. Hasta ahora, se ha prestado poca atención a las cepas de *Pleurotus spp.* de origen tropical, ya que se ha puesto mayor énfasis en aquellas originarias de Europa, y Estados Unidos, por haberse desarrollado y optimizado la técnica de su cultivo en tales regiones.

El hongo *Pleurotus spp.* es uno de los géneros más importantes que prosperan en los residuos agroindustriales de México. Se desarrolla abundantemente sobre la pulpa de café, el bagazo de caña de azúcar y el henequén, entre otros materiales lignocelulósicos. Es una especie comestible y también es susceptible de cultivo a escala industrial, lo que proporciona una alternativa excelente para manejar y utilizar en forma más racional los desechos agrícolas en México (Chang y Hayes, 1978).

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.

En el presente estudio se evaluó el crecimiento de 3 cepas del género *Pleurotus* sobre 3 medios de cultivo sólido a nivel laboratorio, así como la evaluación de 3 substratos lignocelulósicos de bajo costo y alta eficiencia de desarrollo micelial además se seleccionaron cepas con alta producción de carpóforos adaptadas a las condiciones climáticas de la región

## 1.1.- Objetivos

El presente estudio comprendió dos fases o etapas, las cuales se realizaron en el laboratorio de microbiología y biotecnología microbiana de la Facultad de Agronomía de la Universidad Autónoma de Nuevo León, donde se observó el comportamiento en el laboratorio y en campo de tres cepas de *Pleurotus spp.* en diversos medios de cultivo sólido y en 3 substratos lignocelulósicos. Este trabajo servirá de base para estudios posteriores sobre la obtención de fructificaciones en desechos agroindustriales en la región.

Se plantearon los siguientes objetivos:

- Introducir cepas de *Pleurotus* a las condiciones ambientales y de laboratorio normales de Marín N.L.
- Determinar el medio de cultivo sólido de laboratorio más adecuado para el crecimiento, preservación y manejo de 3 cepas de *Pleurotus spp.* en el laboratorio
- Caracterizar las cepas introducidas y aisladas en tres medios de cultivo sólido.
- Evaluar la producción de carpóforos y eficiencia biológica de 3 cepas sobre 3 substratos lignocelulósicos que abundan en la región.
- Determinar la influencia que tiene el sustrato empleado sobre la composición de proteína de los carpóforos de las cepas analizadas.

## 1.2.- Hipotesis

- Existen varias especies de *Pleurotus spp.* que pueden presentarse como una alternativa para satisfacer en parte complementar las necesidades nutricionales de la población.
- Las cepas introducidas del estado de Jalisco pueden adaptarse y producir carpóforos en las condiciones ambientales del municipio de Marín, N.L. México.
- Las cepas de *Pleurotus spp.* crecen en medios sólidos, su crecimiento y desarrollo dependerán del medio nutritivo utilizado.
- En el cultivo de hongos comestibles (*Pleurotus spp.*), las pajas y otros materiales lignocelulósicos por su fácil manejo y producción en grandes cantidades pueden ser algunos de los productos más utilizados para el cultivo de dicho hongo.
- El contenido de proteína en los carpóforos dependerá en función del contenido proteínico del substrato utilizado.

## II.-REVISION DE LITERATURA.

### 2.1 .- Aspectos generales

Los hongos se han adscrito tradicionalmente al Reino Vegetal, a pesar de que no tienen clorofila, tejidos especializados, ni flores. Son organismos independientes de las plantas y que aunque químicamente están muy relacionados con los animales, forman un grupo aparte, el llamado Reino de los Hongos o Reino fungi como lo hizo ver Whittaker,(1969) y recientemente Herrera y Ulloa (1990). La pared celular de los hongos generalmente está compuesta de quitina como la de los animales y no de lignina y celulosa como en los vegetales. Además, los hongos almacenan glucógeno y no almidón, como sucede entre los animales. El hecho de que los hongos formen un reino independiente, se basa en que tienen características propias y a su vez una mezcla curiosa de vegetales y animales.

Estos por lo común, son filamentosos. Los filamentos individuales se le denominan hifas y están rodeados por una pared que a menudo, aunque no siempre, contienen quitina como componente principal. Las hifas crecen solo en sus extremos, por lo que los hongos presentan crecimiento apical y se ramifican periódicamente detrás de los ápices, dando como resultado una red de hifas que se les denomina micelio (Deacon, 1990).

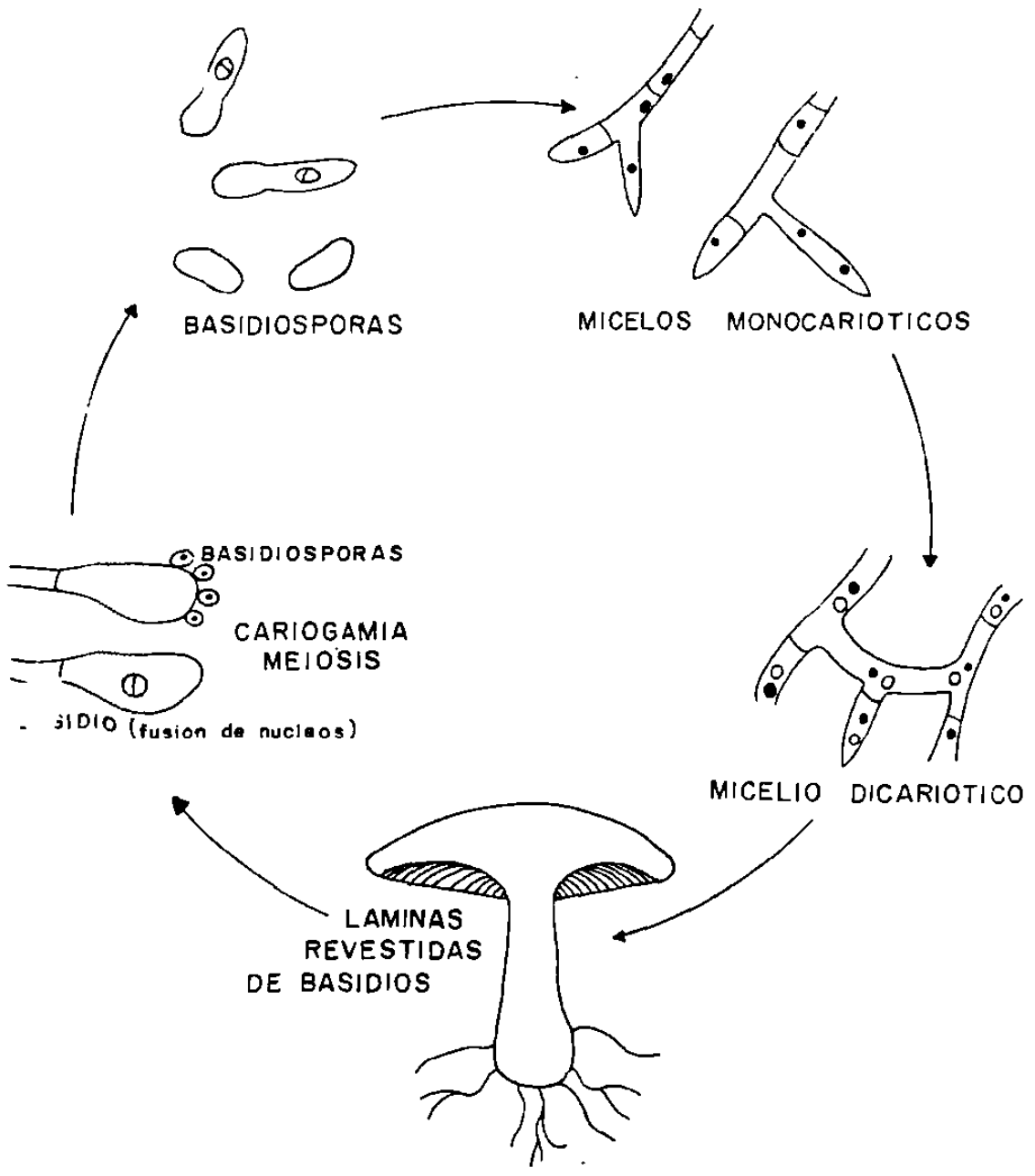
Todos los hongos son heterotrófos (Quimioorganotrófos), es decir, requieren materia orgánica preformada que utilizan como fuente de energía y de carbono para la síntesis de estructuras celulares. Debido a la rígida pared celular, no puede fagocitar al alimento; más bien, absorben nutrientes simples y solubles que obtiene mediante la degradación de polímeros complejos con enzimas extracelulares que liberan al medio (Deacon, 1990).

### 2.1.1 .- Reproducción

En materia de reproducción, los hongos son extremadamente variados, la realizan via sexual o asexual. La reproducción sexual se caracteriza por la unión de dos núcleos. Existen tres eventos de reproducción que son: la plasmogamia, que es la fusión de los protoplastos, llevando diferentes núcleos al mismo citoplasma; cariogamia, o fusión de un solo núcleo; y meiosis, que es una división reduccional del núcleo formando núcleos haploides. La reproducción asexual no involucra la unión de núcleos o de células o de órganos sexuales. En la reproducción asexual la progenie está formada de un solo padre y no hay contribución nuclear de otro padre, de esta manera la progenie es genéticamente similar a su progenitor (Chang, y Miles; 1989).

En lo que respecta a la reproducción sexual de los basidiomycotina Deacon, (1990) menciona que las esporas asexuales se producen en pequeñas cantidades y sirven como propágulos latentes, mientras que las esporas sexuales se reproducen en grandes cantidades y sirven para dispersar a los hongos a otros medios. Sin embargo muchos de los basidiomycotina superiores no producen esporas asexuales y, en vez de eso, el proceso sexual se ha modificado para producir un gran número de esporas de dispersión en las setas, cuerpos fructíferos en formas de repisas, etc. Esto tiene la grán ventaja de que las esporas de dispersión son genéticamente diversas, mientras que las esporas asexuales formadas por mitosis son genéticamente uniformes.(En resumen el proceso se realiza como lo muestra la figura 1. tomada de Deacon, 1990)

FIGURA 1.- REPRODUCCION SEXUAL DE LOS BASIDIOMYCOTINA.



### 2.1.2 .- Clasificación

Existen muchas especies de hongos, tantos que es necesario agruparlos taxonómicamente. Los especialistas calculan que hay más de 200,000 especies diferentes de hongos en la tierra, es decir, tantas como plantas verdes. Esto obliga a formar grupos y ello constituye la compleja clasificación de los hongos.

Una clasificación sencilla y práctica de los hongos es la de dividir a estos organismos en micromicetos y macromicetos, según sean microscópicos o macroscópicos. Otra clasificación divide a los hongos con base a su estado sexual, en perfectos e imperfectos. Sin embargo, dada la magnitud, variabilidad de especies de hongos, es necesario clasificar estos organismos en base a una serie de caracteres morfológicos y biológicos, como se discutirá a continuación.

Los hongos forman parte de un grupo de organismos independiente de los vegetales y de los animales, el cual se le denomina el Reino de los Hongos o Reino fungi, la clasificación de los organismos que integran dicho reino ha motivado discrepancia y discusión entre los especialistas debido a la complejidad y heterogeneidad del grupo, pero sintetizando los hongos se integran por dos grandes grupos o divisiones: los Myxomycota y los Eumycota.

Los Eumycota, que son los hongos verdaderos y de ahí su nombre (eu= verdadero), se dividen en cuatro grandes grupos o subdivisiones, a saber: Phycomycotina, Ascomycotina, Basidiomycotina y Deuteromycotina (Ficomicetos, Ascomicetos, Basidiomicetos y Deuteromicetos, como comúnmente se conocen). Los hongos tratados en este estudio quedan adscritos a los basidiomycotina. Las trufas (*Tuber, spp.*) y las colmenillas o morillas (*Morchella, spp.*) son Ascomycotina; (Guzmán et-al. 1993)

## **2.2.- Importancia de los hongos comestibles.**

Para desarrollar el cultivo de los hongos comestibles, es necesario realizar investigaciones que culminen en la adaptación y mejoramiento de tecnologías disponibles para la explotación racional de este recurso natural altamente potencial.

El cultivo de los hongos comestibles es actualmente una actividad que se desarrolla en diversas regiones del mundo, como en los Estados Unidos, Europa y Asia. En América Latina, a pesar de la potencialidad que existe en la región para cultivar especies que crecen en forma silvestre y de la enorme tradición etnomicológica que existe para el consumo de los hongos comestibles, el cultivo de estos ha sido en poca escala (Guzmán; Martínez-Carrera et-al) citados por Martínez et-al 1988.

Aproximadamente 15 especies de hongos, de varios géneros, son explotados comercialmente en diferentes países, 13 de los cuales se encuentran creciendo en forma silvestre en diferentes zonas de México por lo que podrían llegar a producirse en el país, en función a su bajo costo de producción, alto contenido proteico y su obtención en grandes cantidades en un lapso corto de tiempo. (Guzmán citado por López y Mora, 1989).

### **2.2.1.- Valor nutricional de los hongos comestibles.**

Los hongos desempeñan un papel importante en la degradación de los vegetales, ya que los organismos que descomponen y metabolizan eficientemente la lignina. Por esta razón, sobre los desechos agrícolas crecen una gran variedad de hongos; muchos de estos son comestibles, han sido muy aceptados entre la población y poseen un alto contenido de proteínas y algunas vitaminas y minerales. 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).

Dada la versatilidad de estos organismos, Eger, (1978). menciona que 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

Para conocer su composición química proximal es necesario efectuar 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.

Macaya (1988). Menciona que el valor nutritivo de los hongos comestibles es alto, contrario a lo que se pensaba. Según estudios realizados por especialistas en alimentos, como la mayoría de legumbres, los hongos comestibles están compuestos en gran parte de agua (alrededor de 80%) pero constituyen uno de los alimentos más ricos en cierto número de vitaminas. Tienen 19-35% de proteínas aprovechables en peso seco, en comparación con los vegetales (hortalizas y frutas), que solamente tienen 7.3-13.2%, con excepción de la soya que tiene 39.1%; por otra parte la leche, carne y huevos tienen de 25 al 90% de proteínas. Sin embargo, a nivel de aminoácidos, las sustancias precursoras de las proteínas, tales como la lisina y el triptófano, llegan a niveles de 4.5-9.9 g y 1.1-1.3g, respectivamente, en las orejas blancas o setas (*Pleurotus ostreatus*) y de 9.1 y 2.0g en el champiñón (*Agaricus bisporus*), contra 6.4 y 1.6g, respectivamente en los huevos de gallina.

El bajo contenido de carbohidratos hace de los hongos un alimento bajo en energía por lo que son altamente dietéticos. Además el contenido de ácidos grasos esenciales tales como el oleico y linoleico se encuentra en cantidades apreciables, tienen una cantidad mayor de fósforo del que poseen la mayoría de las legumbres, por lo que los hongos comestibles son un alimento adecuado (Chang y Hayes, 1978 y Chang y Miles, 1989 ).

Con respecto al contenido de proteína, 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 spp.* Sin embargo, para *Pleurotus spp.* no se tienen los estudios pertinentes que indiquen con claridad que el sustrato sólido de cultivo sea el más adecuado para su explotación en diversas regiones geográficas y la influencia que pudiesen tener estos con la cantidad de proteína de los carpóforos.

### 2.2.2.- Hongos comestibles susceptibles de ser cultivados

Clásicamente se han cultivado desde hace muchos años el champiñón y el shiitake, el primero en casi todo el mundo y el segundo en los países asiáticos del este. Otros hongos que se cultivan a nivel comercial en el mundo son *Volvariella volvacea* y afines, *Flammulina velutipes*, *Pholiota nameko*, *Auricularia fuscusuccinea*, *A. polytricha* y *Tremella fuciformis*, todos ellos en el E y SE de Asia, de las cuales se obtienen 65,000 toneladas anuales en los dos primeros, 20,000 en el tercero, 12,000 en el cuarto y quinto y 3,000 en el último (Chang y Quimio, 1982, Chang y Miles, 1989; Wood, 1989).

En resumen, son más de 50 especies de hongos comestibles que se cultivan o se pueden cultivar en el mundo en menor o mayor grado; de éstas, *Agaricus bisporus*, *Lentinus edodes*, *Volvariella volvacea* y *Pleurotus ostreatus* y afines son las más importantes, en dicho orden; aunque la producción de *P. ostreatus* y afines poco a poco van en aumento debido a su aceptación y al fácil cultivo de estos hongos. Las especies de hongos que se recomiendan cultivar en las regiones tropicales y/o subtropicales de América Latina, son: *Pleurotus ostreatus*, *P. djamour*, *Volvariella volvacea* y afines, *Lentinus boryanus* y su equivalente asiático *L. edodes* que es de climas templados y *Auricularia fuscosuccinea* y afines, además de *Lentinus lepideus*. (Guzmán et-al. 1993).

### 2.2.3 .- Incremento en la producción de hongos comestibles

A medida que mejora el nivel de vida va aumentando el cultivo de hongos comestibles. Lo que antes era afición de unos pocos entendidos se ha extendido a gran número de personas y cada vez son más los que aprecian las cualidades de los hongos comestibles. Los hongos comestibles son alimentos nutritivos con componentes nutritivos muy variados e interesantes. Igual que ocurre en leche, contienen cantidades (Más del 80% es agua) de proteínas de buena calidad, carbohidratos, grasas, sales minerales e incluso algunas vitaminas. Pero sobre todo tienen sabores y aromas capaces de satisfacer al gastrónomo más exquisito, (García, 1991).

El cultivo de los hongos comestibles ha pasado de las improvisaciones y técnicas caseras, a ser una industria altamente tecnificada y fructífera (Farr; Gray; Kaul y Kapur, 1987), citados por Guzmán et-al. (1993)

Chang (1991) reporta que la producción mundial de los hongos comestibles cultivados en los tres últimos años, ha elevado un 72.5%, con un incremento anual de 24.5%. La producción

mundial de los hongos cultivados en 1989-1990 fue 3'763,000 toneladas, con valor aproximado de 7.5 billones de dólares.

En México el cultivo de los hongos comestibles (*Agaricus spp*), es monopolizado por compañías productoras de hongos, es una actividad que recientemente ha resurgido, debido a su apertura a través de investigaciones en esta tecnología. Anteriormente se mantenía un hermetismo muy fuerte en las plantas de cultivo, por temor a que se incrementara la competencia (Leal, 1985).

Actualmente se ha notado un aumento muy significativo en el cultivo de otro hongo comestible, que comercialmente los productores denominan "setas" y que corresponde a especies del género *Pleurotus*. En 1990, México produjo alrededor de 356 toneladas de este hongo, cantidad muy significativa en relación a lo que se obtuvo en ese mismo año en los E.U.A. que fue el doble de la producción mexicana (Martínez-Carrera et al., 1993).

Este resurgimiento y la capacitación de técnicos e investigadores , ha permitido que se incremente en México el cultivo a nivel comercial del champiñón, lo cual ha provocado en los últimos años el aumento de la oferta, lo que repercute en una disminución en el precio del producto.

### **2.3.- Características de las especies de *Pleurotus spp.* en estudio**

De las especies de *Pleurotus* anteriormente mencionadas, en el presente trabajo se utilizaron las siguientes: *Pleurotus ostreatus* (Jacquin ex Fries) Kummer, *P. pulmonarius* (Fries) Quelet. y *P. ostreatus var florida*.

### 2.3.1.-Clasificación taxonómica:

Reino: Fungi

Grupo: Eumycota

Clase: Basidiomicetes

Subclase: Holobasidiomicetidae

Orden: Agaricales

Familia: Tricholomataceae

Género: *Pleurotus*

#### 2.3.1.1.- Morfología de *Pleurotus ostreatus* (Jacquim ex Fries) Kummer

Conocido como seta, oreja blanca, hongo ostra. *P. osteratus* presenta un sombrero en forma de repisa, de 4-14 Cm. de diámetro, blanquecino, gris o de color café grisáceo; las láminas son decurrentes, blanquecinas; presenta un pie lateral corto, que en ocasiones puede ser excéntrico; la carne o contexto es blanca o blanquecina, con sabor y olor agradables. Los cuerpos fructíferos crecen en forma gregaria y por lo general imbricados, sobre troncos caídos o en pie, o en diversos restos vegetales. Disistribuido por todo el mundo con temperaturas y bosques tropicales (Guzmán, et -al 1993).

#### 2.3.1.2.- Morfología de *Pleurotus ostreatus* var. *florida*.

Esta cepa es similar en apariencia a *Pleurotus ostreatus*, pero más pequeño y más fino en estructura, difieren en color, que cambia con la temperatura. A bajas temperaturas (5° C), el pileo es de un color café brillante; a temperaturas máximas para el desarrollo de cuerpos fructíferos (26-27 °C) se torna pálido o amarillo pálido o blanco. Cepa originaria de Florida y que ha tenido gran aceptación comercial (Zadrazil,; 1978).

### 2.3.1.3.- Morfología de *Pleurotus pulmonarius* (Fries) Quelet

*P. pulmonarius* presenta un sombrero convexo expandido ampliamente, ondulado en forma de ostra, eventualmente plano y muchas veces ondulado al envejecer. de 5-20 Cm. de diámetro. grisáceo, blanca a beige. el pie es típicamente, excentricamente, pegado al sombrero. con velo ausente. Estos hongos forman grupos de más de 5 a 6 fructificaciones. Conocido comúnmente como hongo blanco, y en general con los mismos nombres comunes que *P. ostreatus*, se diferencia de este por ser blanquecino. Ampliamente reportado en Norteamérica y Europa, se encuentran desde los 1200 hasta los 3000 m.n.m.. Son comunes en primavera y verano (Guzmán, et -al 1993).

## 2.4.- Importancia del género *Pleurotus* como hongo comestible.

*Pleurotus spp.* es un hongo comestible, que esta siendo estudiado ampliamente a nivel mundial desde diversos puntos de vista; actualmente su cultivo industrial y semiindustrial recibe mucha atención, debido a su habilidad para crecer en residuos de carácter lignocelulósico, en una gran variedad de desechos agrícolas. (Zadrazil y Kurtzman 1982).

El cultivo de *Pleurotus ostreatus* iniciado en Europa, se ha ido extendiendo al Asia y E.U.A. y hace apenas unos años en América Latina. En México, en 1974 se inicio su cultivo comercial, con cepas y tecnología europea, bajo el nombre comercial de "seta" *Pleurotus spp.*, por su fácil adaptación, manejo y bajos costos en el cultivo, es el hongo actualmente explotado más comercialmente y paulatinamente esta desplazando a los mercados internacionales de las otras especies competitivas, tal como el champiñon, el shitake y otros (Guzmán. et-al. 1993).

Por otra parte, diversos especialistas en el cultivo de hongos comestibles como Raper; Eger; Chang y Hayes; y Zadrazil, citados por Hernández. et -al. (1994), recomiendan el empleo de cepas nativas de las regiones donde se piense implantar una técnica de cultivos de hongos, iniciando con el aislamiento y caracterización de la fase inicial de hongo, con el fin de evaluar su comportamiento y posteriormente realizar explotaciones comerciales intensivas.

Sin embargo, adaptar cepas y tecnologías de otras regiones del mundo a nuestros medios es realmente incosteable e innecesario, como lo han señalado acertadamente Guzmán (1977) y Villareal y Guzmán(1985).

#### **2.4.1.- Características de cepas de *Pleurotus spp.* deseables y métodos para obtenerlas**

*Pleurotus spp.* es un hongo que puede crecer en una diversidad de sustratos agrícolas e industriales, sin embargo, existen problemas que deben ser resueltos.

a).- Los desechos pueden contener una variedad de compuestos químicos que pueden afectar al crecimiento del hongo o acumularse en los hongos y poner en peligro la salud de los consumidores.

b).- Las altas cantidades de basidiosporas que son liberadas al aire pueden ser nocivas para la salud en las plantas de producción si no se toman medidas precautorias (Eger, 1978).

Se requiere de un trabajo de selección para obtener cepas que sean resistentes a sustancias tóxicas, plagas, enfermedades, no productoras de esporas, tolerantes a altas temperaturas, con altas producciones, con buenas características de sabor, olor, textura, digestibilidad y valor nutritivo.

A continuación se enlistan algunas de las características más deseables a considerar:

- 1.- Selección de cepas resistentes
- 2.- Selección de fructificaciones buenas y precoces
- 3.- Cultivo y reproducción de variedades que fructifican a temperaturas elevadas.
- 4.- Reproducción de variedades esporuladas
- 5.- Producción de híbridos
- 6.- Variedades comerciales.

#### **2.4.2.- Requerimientos nutricionales del género *Pleurotus* spp.**

La mayoría de las especies del género *Pleurotus* se caracterizan por requerir principalmente fuentes de carbono solubles como la glucosa o insolubles como la celulosa; Nitrógeno obtenido básicamente de compuestos orgánicos como aminoácidos o peptona y en raras ocasiones pueden utilizar compuestos inorgánicos como nitratos o nitritos. Por otro lado, los requerimientos de vitaminas y minerales son variados y no indispensables para algunas especies (Kurtzman y Zadrazil, 1982).

En la naturaleza las especies de *Pleurotus* crecen sobre partes vivas o muertas de las plantas. Las cuales, generalmente son pobres en nutrientes y vitaminas. Para el desarrollo del micelio y de cuerpos fructíferos sobre materiales lignocelulósicos tales como maíz, todas las pajas de cereales, papel, viruta, aserrín, cáscaras de nuez, desechos vegetales y de industrias alimenticias; son suficientes. El crecimiento del micelio es acelerado ligeramente por la adición de agentes de adsorción, nutrientes y sales al sustrato (Zadrazil, 1978).



Además de nutrientes se requieren condiciones ambientales como: temperatura de 25-35°C, humedad relativa entre el 60-95%, luz en intensidades bajas, desde 60nm aproximadamente (penumbra) para obtener las fructificaciones y oscuridad para el crecimiento micelial. La presencia de CO<sup>2</sup> estimula el crecimiento del micelio y con bajas concentraciones se inicia la fructificación. Por último, el pH más adecuado está entre el 4.5 a 6.5, dependiendo de la especie y de la cepa (Kurtzman y Zadrzil, 1982).

#### **2.4.3.- Factores para el desarrollo de cuerpos fructíferos**

Zadrzil, (1978) menciona una serie de factores que afectan el desarrollo de los cuerpos fructíferos de las especies de *Pleurotus*, entre las que se encuentran:

**a).- Factores de tipo genético.**

**b).- Factores del sustrato:**

- Químicos: Componentes y calidad del complejo lignocelulósico, formas y contenido de nitrógeno, valor del pH, preparación del sustrato.

- Físicos: contenido de agua, contenido y cambios de aire, peso volumétrico, termogradientes.

- Bioquímicos: estado de descomposición del sustrato, presencia de nutrientes indispensables para la fructificación.

**c).- Factores climáticos y microclimáticos del ambiente:**

-Ecología: temperaturas (cambios), aire, sustratos.

-Composición del aire: aire, sustratos.

-Humedad: aire, sustrato.

-Luz: intensidad, composición, tiempo de exposición.

#### 2.4.4.- Efecto de la temperatura para el crecimiento de *Pleurotus spp.*

La temperatura es uno de los factores más importantes. Son de gran interés las temperaturas extremas en la determinación de la distribución de las especies en la naturaleza. Un incremento de la temperatura generalmente incrementa la actividad enzimática. Las altas temperaturas inactivan las enzimas que influyen en el metabolismo y consecuentemente en el crecimiento (Chang, y Miles, 1984).

La mayoría de los hongos son mesófilos; crecen a temperaturas moderadas en un intervalo de 10 a 40°C, estando la óptima entre 25 y 35°C. para fines prácticos la mayoría de los hongos crecen bien a temperatura ambiente (Deacon, 1990). En la tabla 1, se muestran los rangos de temperatura y temperatura óptima para diversos hongos.

**TABLA 1.- RANGOS DE TEMPERATURA Y TEMPERATURAS OPTIMAS PARA EL CULTIVO DE ALGUNOS HONGOS.**

ESPECIES	NOMBRE COMUN	CRECIMIENTO MICELIAL		FRUCTIFICACION	
		rango de temp.	Temp. óptimas	rango de temp.	Temp. óptimas
<i>Agaricus bisporus</i>	Champiñon blanco	3-32	22-25	9-22	15-17
<i>Agaricus bitorquis</i>	Champiñon	3-32	28-30	18-25	22-24
<i>Auricularia auricularia</i>	Oreja de la madera	15-34	28	15-28	22-25
<i>Auricularia polytricha</i>	Oreja de la madera	10-36	20-34	15-28	24-27
<i>Flammulina velutipes</i>	Hongo del invierno	3-34	18-25	6-18	8-12
<i>Hericiium erinaceus</i>	Hongo cabeza de mono	12-33	21-25	12-24	15-22
<i>Lentinus edodes</i>	Shitake	5-35	24	6-25	15
<i>Pholiota nameko</i>	Hongo nameko	5-32	24-26	8-20	7-10
<i>Pleurotus ostreatus</i>	Hongo ostión	7-37	26-28	25-30	20-26
<i>Pleurotus sajor-caju</i>	Hongo ostion	14-32	25-27	10-26	19-21
<i>Tremella fuciformis</i>	Oreja plateada	5-38	25	20-28	20-24
<i>Volvariella volvacea</i>	Hongo de la paja.	15-45	32-35	22-38	28-32

Fuente. Chang, y Miles, 1989.

Rodríguez, et-al., (1994). Presentaron resultados de eficiencias biológicas obtenidas, al cultivar varias cepas de *Pleurotus*, en dos épocas del año en Cuba y México. En la época de febrero-marzo en Cuba se registraron temperaturas mínimas de 17-28°C y máximas de 25-29°C. En México, se tuvo una mínima de 13.7-20.6°C y máxima de 15-21.6°C. obteniendo eficiencias biológicas de 72% a 149%. En la época de agosto-septiembre en Cuba, la temperatura mínima de 28-30°C y la máxima fue de 28-31°C. En México, la temperatura mínima fue de 20.8-22.6°C y la máxima de 21.8-26.4°C. Las eficiencias biológicas fueron monores en un 50% que las obtenidas en la primera época. Sin embargo, en las cepas IBUG-8 y HIB-184 hubo una mayor eficiencia que las cepas autóctonas. Concluyendose que la temperatura ejercieron un efecto en la eficiencia biológica de las cepas de *Pleurotus*, spp.

La rapidez de crecimiento de las especies de *Pleurotus* está relacionado a la temperatura en las especies de *P. florida* y de *P. ostreatus*, en las cuales no se observaron diferencias significativas (Zadrazil, 1978).

Bajo condiciones comerciales de crecimiento, la temperatura óptima para el crecimiento del micelio generalmente será excedida; se determinó el límite letal como una función de tiempo a 40°C en un substrato de paja. Sólo *P. florida* sobrevivió 48 horas a estas condiciones y sucumbió a 72 horas (Zadrazil, 1978).

## 2.5.- Utilización de medios de cultivo sólidos para caracterización de cepas de hongos comestibles.

Para el cultivo y crecimiento de los hongos comestibles en el laboratorio, es decir el desarrollo del micelio en tubos de ensaye o cajas de petri, se deben utilizar determinados medios de cultivo los cuales deben proporcionar al hongo los nutrimentos requeridos para su crecimiento y desarrollo. Comunmente se emplean medios de cultivo sólidos con agar, los cuales actuan a manera de substrato al solidificar como una gelatina. El medio de cultivo que se utilizará dependerá de la especie de hongo que se quiere cultivar, ya que cada especie tiene sus propios requerimientos nutricionales.(Guzmán. et-al. 1993).

Calvo, et al, (1994), estudiaron el crecimiento vegetativo de *Auricularia fuscosuccinea* (Mont.) Farlow. en cuatro medios sólidos sintéticos: extracto de malta (AEM), papa dextrosa (PDA), levadura dextrosa (ALD) y agar agua (AA); tres medios naturales (A- Inga , A-Leucaena, A-Gliricidia); así como los siguientes desechos: Olote de maíz (OM), bagazo de caña (BC), aserrín maderero (AM), viruta (VM) y una mezcla 1:1 de pulpa de cafe-aserrín (PCA),solos y con 3% de hojas secas de *Leucaena* sp en polvo. También estudiaron el desarrollo miceliar en olote de maíz-agar (1.5%) y pulpa de café con diferentes concentraciones(0, 3, 7, 10, 30, 50, 70, 90, y 100%). Resultando ser que los mejores medios fueron A-Leucaena y AEM con un crecimiento miceliar de 11.8 y 10.33 mm/día. El olote de maíz es considerado como una alternativa para el crecimiento vegetativo de *A. fuscosuccinea*. Se obtuvo también que adicionando polvo de hojas de *Leucaena* sp (3%) mejoró el crecimiento miceliar.

Con respecto a las investigaciones realizadas con el género *Pleurotus*, destacan las de Martínez (1984) y Acosta et-al; (1988) que estudiaron a *Pleurotus ostreatus* en medios de cultivo solido y desechos agroindustriales, resultando ser el mejor medio el agar con extracto de malta para ambos estudios, (ver tabla 2).

---

TABLA 2.- MEDIOS SOLIDOS UTILIZADOS EN EL CRECIMIENTO Y CONSERVACION DE CEPAS DE *Pleurotus spp.*

CEPA	MEDIO	V.C.mm/día	Autor
<i>P. ostreatoroseus</i>	ETA. Agar con extracto de trigo, paja y malta	9.0 mm	Cedano -Maldonado, et-al. 1988
<i>P. ostreatoroseus</i>	PDA. Agar con dextrosa y papa	5.80 mm	Cedano -Maldonado, et-al. 1988
<i>P. ostreatoroseus</i>	EMA. Agar con extracto de malta	3.47mm	Cedano -Maldonado, et-al. 1988
<i>P. ostreatoroseus</i>	S. Agar dextrosa sabouraud	3.97 mm	Cedano -Maldonado, et-al. 1988
<i>p. ostreatus silvestre</i>	EMA. Agar con extracto de malta	8.5 mm	Acosta-Urdapilleta, et-al. 1988.
<i>Pleurotus sp.</i>	EMA Agar con extracto de malta	18.14 mm	Hernández-Ibarra, et al. 1994
<i>P. ostreatus</i>	EMA Agar con extracto de malta	13 mm	Guzmán -Davalos, et-al. 1987
<i>P. ostreatus</i>	BAE. Bactoagar ejote	2.5 mm	Ayala-Nahara, et-al. 1991
<i>P. ostreatus</i>	BA. Bactoagar	1.5 mm	Ayala-Nahara, et-al. 1991

Cedano (1989) estudió el comportamiento de 5 cepas de *Pleurotus ostreatoroseus* sobre 4 medios de cultivo sólido de laboratorio: agar con extracto de malta, agar con dextrosa y papa, agar con dextrosa sabouraud y agar con extracto de trigo, paja y malta; bajo condiciones de obscuridad total y a temperaturas de 28-30 °C. El medio de cultivo que resultó el más adecuado fue el de agar con extracto de trigo, paja y malta.

Nahara, et-al. (1991), cultivaron el micelio de una cepa comercial de *Pleurotus ostreatus* en cinco medios sólidos, estos fueron: agar saboraud dextrosa (ASD), agar papa dextrosa (PDA), agar extracto de malta (AEM), bactoagar (BA) y bactoagar ejote (BAE). El crecimiento mas rápido de la cepa en estudio se observó en BAE, donde el micelio se expandió a una velocidad de 2.5 -5.0 mm/día, y se caracterizó por ser un micelio denso, arraigado, sumamente ramificado, vigoroso y con numerosas fibulas.

Al utilizar 5 cepas de *Pleurotus* nativas de la región del Sonocusco Chiapas, se evaluó el crecimiento miceliar en tres medios de cultivo: extracto de malta (EMA), Papa dextrosa agar (PDA) y Sabouraud (SA) (BIOXON). Los resultados obtenidos mostraron que la mayor

velocidad de crecimiento fue sobre EMA, con valores entre 18.14 mm/día (cepa 0105) y 17.9 mm/día (cepa 0103)., Hernández, et- al. (1994).

Acosta, et-al. (1994), estudiaron el comportamiento de una cepa silvestre de México de *Pleurotus ostreatus* macro y microscópico en agar con extracto de malta bajo incubación a 29-30°C en obscuridad. Obteniendo que la cepa en agar con extracto de malta a 29-30°C con obscuridad, las colonias se observaron densas con micelio aéreo, textura algodonosa, con anillos concéntricos, la velocidad de crecimiento fue de 8.5 mm/día, requiriendo 11 días para cubrir la caja de petri, el micelio fue blanquecino con tonos amarillentos.

## **2.6 .- Substratos lignocelulósicos utilizados para la producción de *Pleurotus spp.***

El material sobre el que crecen los hongos se le llama sustrato ("compost" en el caso de champiñón), al cual degradan para su alimentación. Por tal motivo, la naturaleza química del sustrato, está en relación directa con las necesidades de crecimiento del hongo. Además de la naturaleza química del sustrato están los factores fisico-químicos, como el pH y textura del mismo y factores ambientales, como la humedad y la temperatura.

En la producción de *Pleurotus*, se pueden utilizar la mayoría de esquilmos y residuos agroindustriales que se generan en México, y que de modo general, ascienden a alrededor de las 18 5 toneladas métricas anuales (Mata y Martínez-Carrera, 1988) por lo que este hongo tiene un amplio potencial de producción y comercialización en el mercado mexicano (Guzmán et al., 1993)

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

Se investigaron los substratos comunmente utilizados para producir el hongo mencionado, los cuales han sido probados, y los rendimientos obtenidos con cada uno de ellos. En la tabla 3. resume los substratos probados, la especie de *Pleurotus* y la cepa utilizada, así como su eficiencia biológica.

Los rendimientos normalmente obtenidos a nivel comercial son del 150% de eficiencia biológica, en la mayoría de los substratos probados los rendimientos fueron superiores a esta cantidad.

**TABLA 3.- SUBSTRATOS UTILIZADOS PARA EL CULTIVO DE *Pleurotus* spp.**

SUBSTRATOS	CEPA	*% E.B.	AUTOR
Cáscara de cacahuete	<i>P. ostreatus</i>	85.44	Bernabé-González y Arzeta, G.J. 1994
Hoja seca de maíz	<i>P. ostreatus</i>	144.85	Bernabé-González y Arzeta, G.J. 1994
Fibra de coco	<i>P. osteratus var. florida</i>	80.6	Bernabé-González. 1993
Paja de cebada	<i>P. ostreatus INIREB-20</i>	36.69	Martínez-Carrera, et-al. 1988
Paja de cebada	<i>P. ostreatus INIREB-26</i>	96.04	Martínez-Carrera, et-al. 1988
Pulpa de café	<i>P. ostreatus INIREB-20</i>	58.75	Martínez-Carrera, et-al. 1988
Pulpa de café	<i>P. ostreatus INIREB-26</i>	103.60	Martínez-Carrera, et-al. 1988
Pulpa de café	<i>P. florida</i>	43	Bermudez, C., et-al. 1994
Tamo de maíz	<i>P. ostreatus</i>	186	Acosta-Urdapilleta, et-al. 1994
Olote de maíz	<i>P. ostreatus</i>	50.5	Acosta-Urdapilleta, et-al. 1994
Bagazo de caña	<i>P. ostreatus</i>	15.7	Acosta-Urdapilleta, et-al. 1994
Bagazo de maguey	<i>P. ostreatus INIREB-8</i>	60.2	Soto-Velazco, et-al. 1989
Zacate buffel	<i>P. dejamor INIREB-29</i>	54.1	Gaitán-Hernández y J.Castillo. 1993
Viruta de encino	<i>P. dejamor INIREB-29</i>	26.0	Gaitán-Hernández y J.Castillo. 1993
Bagazo de henequén	<i>P. dejamor INIREB-29</i>	0	Gaitán-Hernández y J.Castillo. 1993
Paja de trigo	<i>P. ostreatus</i>	64.2	Acosta-Urdapilleta, et-al. 1988
Bagazo de henequén	<i>P. ostreatus comercial</i>	51.46	Burgos-Ruiz, et al. 1994
Bagazo de henequén	<i>P. dejamor</i>	27.26	Burgos-Ruiz, et al. 1994
Vaina de frijol	<i>P. ostreatoroseus</i>	75	Bautista, N. et-al. 1991
Orégano	<i>Pleurotus sp.</i>	117.31	Téllez-Mora, et-al. 1991

\*La mayoría de estos experimentos son a nivel planta piloto, por eso se debe que los rendimientos sean muy altos.

Guzmán-Dávalos y colaboradores, 1987-a, utilizaron el bagazo de agave y el bagazo de caña de azúcar, para cultivar *Pleurotus ostreatus*, los cuales demostraron ser un medio propicio para el cultivo de este hongo.

Martínez. et al., (1988), cultivaron 10 cepas mexicanas de *Pleurotus ostreatus* sobre pulpa de café y paja de cebada, las cuales se aislaron a partir de especímenes que crecían en forma silvestre sobre diversos sustratos en la región de Xalapa, Ver. Las cepas variaron en cuanto a la producción de cuerpos fructíferos frescos y eficiencia biológica en cada sustrato. Las mayores eficiencias biológicas obtenidas se registraron con la cepa INIREB-21 (138.13%) en la pulpa de café y con la cepa INIREB-26 (96.04%) en paja de cebada. El tiempo para producir los primeros primordios de fructificación y para el desarrollo completo de los cuerpos fructíferos, fue menor en paja de cebada que en pulpa de café.

Soto-Velazco, et al. (1989) Estudiaron el crecimiento y producción de una cepa de *Pleurotus ostreatus*, sobre bagazo de maguey tequilero (*Agave tequilana*) fermentado y mezclado con paja de trigo (*Triticum aestivum*). Los resultados mostraron una eficiencia biológica alta de 96.4%.

Sobre 4 sustratos lignocelulósicos: paja de trigo, bagazo de agave tequilero, bagazo de caña de azúcar y rastrojo de lirio acuático Martínez-Mayorga. (1990) cultivó dos cepas de *Pleurotus ostreatoroseus*, donde efectuaron un análisis químico proximal de los carpóforos y de los sustratos, observando que 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 cantidad de proteína de los carpóforos.



Posteriormente, Téllez, et al. (1991), evaluaron la cepa de *Pleurotus sp* y su producción utilizando como substrato residuos de oregano después de someterse a destilación para la extracción de aceite esencial. La producción de hongos frescos sobre el substrato empleado alcanzó una eficiencia biológica del 117.31%. La temperatura máxima registrada durante el cultivo fue de 24°C con una mínima de 19°C. La eficiencia biológica fue similar a la que reportan otros autores cuando trabajan desechos similares.

Martínez-Carrera et al., (1988), consignan para pimienta una EB de 56.79% y para canela 81.85%, ambos substratos después de tres cosechas; para zacate limón una EB de 113.64% con cuatro cosechas.

Al caracterizar una cepa de *Pleurotus ostreatoroseus* y al cuantificar la producción de este hongo sobre la vaina de frijol, se mostró que la cepa de *P. ostreatoroseus* en agar con extracto de malta a 29°C en oscuridad: las colonias se observaron densas con micelio aéreo distribuido irregularmente, textura plumosa, la velocidad de crecimiento fue de 10 mm/día, requiriendo 9 días para cubrir la caja de petri, el micelio fue blanquecino. El crecimiento del micelio en las bolsas de plástico tuvo una duración de 20 días y las fructificaciones se presentaron a los 28 días a partir de la siembra. La eficiencia biológica fue de 75% con un total de tres cortes. Bautista, et al, (1991).

También consignan resultados del crecimiento de *Pleurotus ostreatoroseus* en una mezcla de desechos de algodón y paja de trigo, con la finalidad de evaluar la producción de carpóforos y eficiencia biológica de esta especie sobre el substrato. Las proporciones de algodón:paja fueron de 1:1, 3:2 y 5:2. Los resultados obtenidos con la mezcla 1:1 fue de 70% de eficiencia biológica. En la mezcla 3:2 representó una eficiencia biológica de 53%. Con la mezcla 5:2 se obtuvo una eficiencia biológica del 65%. De los resultados obtenidos se puede concluir que estas mezclas son adecuadas para el cultivo de *Pleurotus ostreatoroseus*, lo cual es importante para el

aprovechamiento de estos materiales en la obtención de hongos para su consumo humano (Retolaza, et-al;1992).

Trabajos posteriores revelan que el zacate buffel con papel periódico más harina de trigo como suplemento y el zacate buffel (*Cenchrus ciliaris L.*) fermentado más harina de trigo como suplemento, son favorables para la producción de *Pleurotus djamour* (Fr.) Boedijn, ya que aunque la eficiencia biológica fue baja (58.7 y 54.1%, respectivamente), fue mayor que la registrada en la bibliografía para la misma cepa en otros sustratos que se consideran adecuados para la producción de especies de *Pleurotus* (Gaitán, 1993).

Acosta, et-al. (1994), estudiaron el crecimiento y producción de una cepa silvestre de *Pleurotus ostreatus* de México, utilizando como sustrato paja de trigo fraccionada. Los resultados mostraron una eficiencia biológica del 64.2%.

Se obtuvieron eficiencias biológicas altas al cultivar una cepa de *Pleurotus ostreatus* en el estado de Guerrero, utilizando como sustratos, la cáscara del fruto de cacahuete (*Arachis hypogaea*), la hoja seca de maíz (*Zea mays*) y la mezcla de ambos, en una relación 2:1. La cáscara de cacahuete logró 85.44% de eficiencia biológica. La mejor eficiencia biológica correspondió a la hoja seca de maíz con 144.85%. La mezcla en relación 2:1 alcanzó 95.7 de eficiencia biológica (Bernabé y Arzeta, 1994).

Bermúdez, et-al. (1994). cultivaron el hongo comestible *Pleurotus sp.* cfr. florida en pulpa de café secada al sol, la cual fue previamente rehidratada y pasteurizada. Se obtuvo una eficiencia biológica de aproximadamente 150%, después de cuatro cosechas de cuerpos fructíferos.

Utilizando como sustrato bagazo de henequén fermentado se cuantificó y comparó la producción de cuerpos fructíferos de una cepa nativa de *Pleurotus djamor* (UADY-18) de México y de una cepa comercial de *Pleurotus ostreatus* (UADY-13) . La eficiencia biológica de la cepa nativa de *P. djamor* fue de 27.26%, y la de la cepa comercial de *P. ostreatus* de 51.46%. donde se observó que el bagazo de henequén fermentado es un sustrato adecuado para la producción de *P. ostreatus* y *P. djamor*. (Burgos, et-al. 1994).

Al cultivar una cepa de *Pleurotus ostreatus* var. florida en fibra de fruto de cocotero (*Cocos nucifera*), sola y en fresco, y mezclada con pulpa de café en las proporciones 1:1 y 1:2, con diferentes periodos de fermentación. Se obtuvo una eficiencia biológica para la fibra de coco sola fue de 80.6%; para la mezcla de fibra de coco con pulpa de café en la proporción 1:2. a los tres días de fermentación, fue de 152% y en la proporción 1:1 la máxima eficiencia biológica fue de 120.5 a los cinco días de fermentación. (Bernabé et al, 1993).

Los resultados de estos trabajos proponen el mejor medio de cultivo de los empleados en este trabajo, así como el mejor sustrato lignocelulósico para la producción de hongos comestibles de las cepas anteriormente mencionadas.

### **III.- MATERIALES Y METODOS.**

El presente estudio se realizó como parte de las actividades académicas desarrolladas en el programa de posgrado de Maestría en Ciencias en Producción Agrícola de la Facultad de Agronomía de la Universidad Autónoma de Nuevo León.

La investigación se llevo a cabo en el Laboratorio de Biotecnología microbiana de la FAUANL. en Marín, N.L.

#### **3.1.- Localización de la FAUANL**

La FAUANL, esta situada en el municipio de Marín , N.L., México, mismo que se localiza en la carretera Zuazua a Marín,km-17, encontrándose entre las coordenadas geográficas 25° 53' de latitud norte y 100° 03' de longitud oeste con respecto al meridiano de Greenwich, y a una altura sobre el nivel del mar de 367 m.

#### **3.2.- Clima**

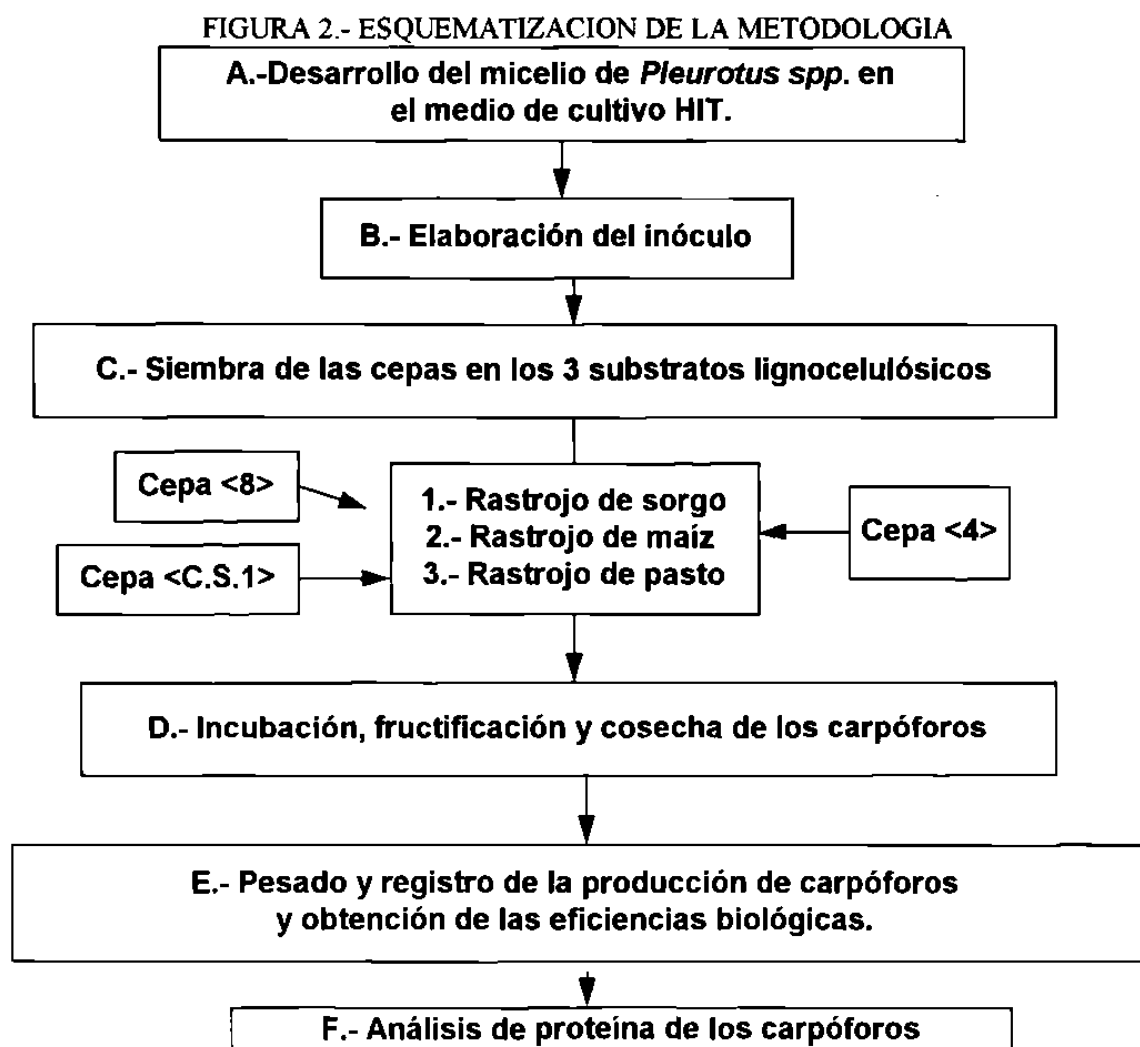
Con base en la clasificación climática de Köeppen modificada para la República Mexicana por García (1973), el municipio de Marín, N.L se encuentra bajo la influencia de dos tipos climaticos: *Bso* y *Bs1*.

El clima se caracteriza por ser cálido con temperatura media anual de 22°C, siendo Enero el mes más frío con temperatura media de 13.2 °C y Agosto el mes más caliente con temperatura media de 29.4 °C; es además extremoso con una amplia oscilación. El régimen de precipitación se presenta principalmente en verano, teniendo una media anual de 518 mm.

### 3.3.- Metodología

En este trabajo fueron utilizadas tres cepas de *Pleurotus spp.*, dos de las cuales se encuentran depositadas en el cepario del Laboratorio de Cultivos de Hongos Comestibles del Instituto de Botánica de la Universidad de Guadalajara y registradas como (IBUG-8) *Pleurotus ostreatus* (Jacquin ex Fries) Kummer, (IBUG-4) *P. pulmonarius* (Fries) Quelet. Dichas cepas son mantenidas con medio de extracto de malta, en tubos de ensayo inclinados a temperatura de  $5^{\circ}\text{C} \pm 1^{\circ}\text{C}$ . y la tercera cepa se obtuvo de La Facultad de Ciencias Biológicas de la UANL, cuyo registro es (C.S.1) *Pleurotus ostratus* Var. *florida*.

La secuencia de la metodología es mostrada en la figura 2.



### 3.3.1.- EXPERIMENTO A:

**Selección del medio de cultivo sólido adecuado para evaluar el crecimiento en laboratorio de las cepas utilizadas.**

#### 3.3.1.1.- Aislamiento de las cepas:

Para los aislamientos se tomaron pequeños fragmentos del contexto del hongo así como a partir de cepas conservadas en tubos en refrigeración, se tomó una pequeña porción de micelio y se sembraron en cajas de petri donde se inocularon en un medio de cultivo sólido de agar con extracto de malta y se incubó a una temperatura de 28°C para el crecimiento micelial. En un periodo aproximadamente de 15 días, el micelio cubrió el diámetro de las cajas de petri para posteriormente estar listas para utilizarse en la evaluación de medios.

#### 3.3.1.2.- Selección del medio sólido.

Con la finalidad de conocer el medio de cultivo sólido más adecuado para un desarrollo óptimo, preservación y manejo de las cepas estudiadas en el laboratorio, se procedió al estudio de tres medios de cultivo con las cepas ya mencionadas. Dichos medios son de uso común en el aislamiento de hongos, pero con diferentes nutrientes y concentraciones; tales medios son: agar con extracto de malta (EMA) (BIOXON), agar con dextrosa y papa (PDA) (BIOXON) y un medio nutritivo elaborado recientemente en el IBUG y que esta dando buenos resultados en desarrollo de cepas de *Pleurotus* dicho medio consiste en harina integral de trigo, agar y sacarosa (HIT). La tabla 4. muestra la composición de los medios de cultivo utilizados esta investigación.

---

**TABLA 4.- COMPOSICION DE LOS MEDIOS DE CULTIVO UTILIZADOS**


---



---

**AGAR CON DEXTROSA Y**


---

**PAPA (PDA)**


---

<b>COMPONENTES</b>	<b>CANTIDAD POR LITRO</b>
Infusión de papa	200 g
Dextrosa	20 g
Agar	15 g
Agua destilada	1000 ml

---

**AGAR CON EXTRACTO**
**DE MALTA (EMA)**

<b>COMPONENTES</b>	<b>CANTIDAD POR LITRO</b>
Maltosa Técnica	12.75 g
Dextrina	2.75 g
Glicerina	2.35 g
Peptona de gelatina	0.78 g
Agar	15.00 g
Agua Destilada	1000 ml

---

**AGAR CON HARINA**
**INTEGRAL DE TRIGO**

<b>(HIT) COMPONENTES</b>	<b>CANTIDAD POR LITRO</b>
Harina integral de trigo	30 g
Sacarosa	17 g
Agar	5 g
Agua destilada	1000 ml

---

Las cepas fueron sembradas por quintuplicado en cada uno de los medios de cultivo antes mencionados, en cajas de petri de 90 mm. de diámetro con 35 ml de medio de cultivo cada una. Se colocó un inóculo de 1 cm.<sup>2</sup> en el centro de la caja de petri con medio solidificado y se incubaron a una temperatura de 29°C.

Las variables que se midieron en las cepas empleadas para la selección de los medios de cultivo se basaron principalmente por la metodología propuesta por Eger (1974-a) y Martínez (1984) descrita a continuación:

### Caracterización macroscópica:

#### a) Morfología macroscópica de la colonia.

<b>Tipo de crecimiento:</b>	Homogéneo Irregular Ralo Con anillos de crecimiento
<b>Textura</b>	Algodonosa Aborlada Venosa Aterciopelada Cerosa
<b>Color</b>	Blanco Blanquecino Amarillento
<b>Micelio aéreo</b>	Regular Escaso Ausente
<b>Densidad (trasluz)</b>	Placa costrosa presente Placa costrosa escasa Placa costrosa ausente



## **b) Velocidad de crecimiento**

Se basó en lo propuesto por Sharp (1978) y se realizó midiendo el número de mm. avanzados a partir del inóculo, cada 24 horas bajo condiciones de obscuridad, hasta que el micelio cubrió totalmente el medio de cultivo. La medida del crecimiento se efectuó bajo luz roja, recomendado por Eger (1974-b).

### **3.3.2.- EXPERIMENTO B:**

**Evaluar la producción de carpóforos y eficiencia biológica de 3 cepas sobre 3 substratos forrajeros lignocelulósicos que abundan en la región noreste del país.**

#### **3.3.2.1.- Elaboración de inóculo:**

El inóculo juega un papel muy preponderante dentro del cultivo de hongos, ya que constituye el medio con el cual se va a sembrar el hongo en el substrato a utilizar. 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, cada grano invadido servirá como punto inoculante en el substrato (Chang, 1979).

En el presente trabajo se utilizaron semillas de sorgo, las cuales fueron lavadas, humedecidas y posteriormente esterilizadas por 40 minutos a una presión de 15 Lb o a una temperatura de 115 °C dentro de frascos de vidrio de boca ancha de aproximadamente un litro de capacidad. A cada frasco se le aplicó 250 gramos de sorgo, siendo 8 frascos por cepa.

Posteriormente, el micelio crecido previamente en cajas de petri en el mejor medio seleccionado anteriormente, se cuadrículó en segmentos de un Cm.<sup>2</sup>. Auxiliándose de una cámara de flujo laminar se colocó una porción en cada frasco con sorgo esterilizado, como lo mencionaron Martínez, et-al, (1984). El sorgo inoculado se procedió a incubar a una temperatura de 29°C hasta que el micelio cubrió totalmente los granos de sorgo.

#### 3.3.2.2.- Substratos utilizados:

Los rastrojos de hoja de la mazorca de maíz , el rastrojo de sorgo forrajero, y el pasto Bermuda cruz 1 se utilizaron como substratos lignocelulósicos para el cultivo de los hongos, para obtener fructificaciones

Antes de ser utilizados, cada substrato se sometió a un proceso de humedecimiento durante 24 horas y posteriormente se pasteurizó en agua a una temperatura de 70-75°C durante 40 minutos de acuerdo al método de Zadrazil y Kurtzman (1983), con el fin de detener el crecimiento de microorganismos que pueden competir con el hongo. Enseguida se dejaron escurrir para posteriormente pasarlo a una mesa para su enfriamiento.

#### 3.3.2.3.- Siembra del inóculo

Con el inóculo elaborado previamente, se realizó la siembra en los diferentes substratos, que consistió en esparcir los granos de sorgo inoculados con el micelio del hongo sobre el substrato. Se utilizó un tres por ciento de inóculo en relación al peso fresco del substrato a inocular.

Para la siembra se utilizaron bolsas de plástico de 20 x 30 cm. a las cuales se les aplicó 1500 gr. de substrato inoculado a cada una. Cada cepa se sembró con 5 repeticiones por cada substrato a utilizar.

El material inoculado dentro de las bolsas se colocó en estantes metálicos dentro de una sala de incubación para que se efectuara el crecimiento y colonización del micelio en el sustratos, hasta que se iniciara la fructificación. Cuando aparecieron los primórdios sobre el substrato, se les retiró la bolsa de plástico para evitar deformaciones de los carpóforos y para permitir su total desarrollo así como el riego del substrato las cuales se trasladaron a la sala de cosecha. Se midió diariamente temperatura máxima y mínima, humedad relativa las cuales se regularon por medio de riegos sobre las paredes de estas salas.

#### 3.3.2.4.- Evaluación de la producción de los carpóforos

Se evaluaron por medio del peso de hongos frescos por bolsa de substrato. Los carpóforos una vez ya maduros, se cosecharon y se pesaron. Se evaluó el rendimiento total, en el cual se obtuvo de la suma de la primera a la última cosecha de una misma bolsa de substrato.

Para expresar el porcentaje y realizar la evaluación de la producción, se empleó la fórmula de eficiencia biológica propuesta por Tchierpe y Hartman (1977)

$$E.B = \frac{\text{Peso fresco del hongo} \times 100}{\text{Peso seco del substrato}}$$

Que consistió en dividir el peso fresco de los hongos cosechados en una cantidad determinada de substrato entre el peso de la materia seca empleada al momento de la inoculación del substrato en base a cien.

### 3.3.3.- Análisis de proteína.

El análisis de proteína de los hongos secos se determinó en una de las cepas la cual resulto con mayores rendimientos siendo esta cepa (IBUG-8), con cada sustrato empleado, así como el sustrato degradado por dicha cepa. Las muestras se molieron por separado en un molino eléctrico, utilizando malla N° 20, después de homogeneizar las muestras se analizaron por el método micro Kjeldahl, publicado por "The Association of Official Analytical Chemists" (A.O.A.C.) (Horwitz, 1980), corroborados en "Methods of Chemical Analysis of Mushrooms" (Lau, 1982).

El contenido de proteína cruda se calculó mediante la estimación del contenido de nitrógeno de las muestras, por el método ya descrito multiplicado por 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 del presente trabajo.

### 3.3.4- Análisis estadístico a utilizar para este experimento:

Para el análisis estadístico se utilizó un diseño completamente al azar con arreglo factorial  $3 \times 2$  con 5 repeticiones cuyo modelo es:

$$Y_{ijk} = \mu + A_i + B_j + AB_{ij} + E_{ijk}$$

En donde:

$\mu$  = media general

$A_i$  = efecto del nivel  $i$  del factor A (cepas)

$B_j$  = efecto del nivel  $j$  del factor B (sustratos)

$AB_{ij}$  = efecto de la interacción entre los niveles  $i$  y  $j$  de los factores A y B

$E_{ijk}$  = error experimental

La comparación de medias se llevó a cabo por el método de Tukey utilizando un nivel de significancia del 0.01 para proporcionar un rango más estricto de interpretación.

## IV.-RESULTADOS

### 4.1.- EXPERIMENTO A.

Selección del medio de cultivo sólido adecuado para el crecimiento y desarrollo de las cepas de *Pleurotus spp.* empleadas en el presente estudio.

#### 4.1.1.- Caracterización macroscópica de las cepas en tres medios de cultivo sólido.

##### *Pleurotus ostreatus* (IBUG-8)

En el medio de papa dextrosa y agar (PDA), la cepa IBUG-8 presentó un micelio ralo con crecimiento irregular y anillos apreciables de crecimiento; la textura fue aborlada de color blanco; con escaso micelio aéreo; presentó un crecimiento de 0.61 cm/24 horas (Tabla. 5).

Con el medio extracto de malta agar (EMA), la cepa mostró un crecimiento irregular, y anillos de crecimiento; la textura del micelio fue algodonosa de color blanquecino; presentó micelio aéreo con un crecimiento de 1.0 cm/24 horas (Tabla. 5).

En el medio de harina integral de trigo con agar (HIT). se obtuvo un crecimiento regular: con anillos de crecimiento; el micelio fue de textura algodonosa densa de color blanquecino, presentó micelio aéreo regular con un crecimiento de 1.14 cm/24 horas (Tabla. 5).

TABLA 5. CARACTERIZACION MACROSCOPICA DE LAS CEPA (IBUG-8)  
EN MEDIO PDA, EMA Y HIT A TEMPERATURA DE 29 °C.

MEDIO	TIPO DE CRECIMIENTO	VEL. CREC. cm./24 HRS.	ANILLOS DE CRECIMIENTO	TEXTURA	COLOR	MICELIO AEREO
PDA	Ralo e irregular	0.61	Presentes	Aborlada	Blanco	Escaso
EMA	Irregular	1.00	Presentes	Algodonosa	Blanquecino	Regular
HIT	Regular, denso	1.14	Presentes	Algodonosa	Blanquecino	Regular

*Pleurotus pulmonarius* (IBUG-4)

El medio papa dextrosa agar (PDA), la cepa (IBUG-4) presentó un crecimiento regular y sin anillos de crecimiento; de textura algodonosa de color blanquecino; micelio aéreo regular presentó un crecimiento de 0.72 cm/24 horas (Tabla. 6 ).

Con el medio extracto de malta y agar (EMA), la cepa creció regular; anillos de crecimiento; el micelio fue de textura cerosa de color blanquecino; escaso micelio aéreo casi nulo presentó un crecimiento de 0.88 cm/24 horas (Tabla.6).

Con el medio harina integral de trigo con agar (HIT), el crecimiento de la cepa fue regular con anillos de crecimiento presentes; textura algodonosa de color blanco con micelio aéreo escaso y con un crecimiento de 1.33 cm/24 horas (Tabla.6).

TABLA 6. CARACTERIZACION MACROSCOPICA DE LAS CEPA (IBUG-4)  
EN MEDIO PDA, EMA Y HIT A TEMPERATURA DE 29 °C.

MEDIO	TIPO DE CRECIMIENTO	VEL. CREC. cm./24 HRS.	ANILLOS DE CRECIMIENTO	TEXTURA	COLOR	MICELIO AÉREO
PDA	Regular	0.72	Ausentes	Algodonosa	Blanquecino	Regular
EMA	Regular	0.88	Presentes	Cerosa	Blanquecino	Escaso
HIT	Regular	1.33	Presentes	Algodonosa	Blanco	Escaso

***Pleurotus ostreatus* var. florida** Cepa (C.S.1)

En el medio papa dextrosa agar (PDA), como en el caso de la cepa anterior se observó un crecimiento regular y presencia de anillos de crecimiento; micelio aéreo escaso, con textura algodonosa de color blanquecino presentó un crecimiento de 0.72 cm/24 horas (Tabla 7).

Extracto de malta agar (EMA), el aspecto de la cepa fue regular; con anillos de crecimiento, micelio con textura algodonosa de color blanco; con micelio aéreo regular presentó un crecimiento de 0.88 cm/24 horas (Tabla 7).

Con el medio harina de trigo integral y agar (HIT), la cepa presentó un crecimiento regular con anillos de crecimiento y una textura algodonosa de color blanco, con micelio aéreo regular presentó un crecimiento de 1.0 cm/24 horas (Tabla 7).

**TABLA 7. CARACTERIZACION MACROSCOPICA DE LAS CEPA (C.S.1)  
EN LOS MEDIOS PDA, EMA Y HIT A TEMPERATURA DE 29 °C.**

MEDIO	TIPO DE CRECIMIENTO	VEL. CREC. cm./24 HRS.	ANILLOS DE CRECIMIENTO	TEXTURA	COLOR	MICELIO AÉREO
PDA	Regular	0.72	Presentes	Algodonosa	Blanquecino	Escaso
EMA	Regular	0.88	Presentes	Algodonosa	Blanco	Regular
HIT	Regular	1.00	Presentes	Algodonosa	Blanco	Regular

Estos resultados expresan que las cepas se pueden desarrollar normalmente en los tres medios empleados pero sin embargo el mejor medio en donde se expresaron y desarrollaron las características macroscópicas antes evaluadas en todas las cepas fue el medio agar con harina de trigo integral siendo la cepa (IBUG-4) la que mejor se desarrolló, seguida por la cepa (IBUG-8) y por último la cepa (C.S.1).

#### **4.1.2.- Análisis estadísticos de las variables (velocidad de crecimiento micelial cm. por día), (días en cubrir el medio sólido; así como la significancia de los factores (cepas y medios) y su interacción.**

En la tabla 8 se muestran los cuadrados medios obtenidos de los análisis de varianza de las variables que se estudiaron, la significancia de los factores (cepas y medios) y su interacción.

##### **4.1.2.1.- Velocidad de crecimiento micelial.**

Como puede observarse en la tabla 8, tanto la interacción (cepas x medios) como los factores por separado, presentaron diferencias estadísticas altamente significativas ( $P > 0.01$ ).

En la gráfica 1 se muestra el comportamiento de los tratamientos.

Analizando la interacción, la media más alta correspondió a la interacción de la cepa (IBUG-4) con el medio HIT con una velocidad de crecimiento de 1.33 cm/24 horas siendo estadísticamente mayor y diferente a todos los demás tratamientos mientras que la media más baja fue para la interacción de la cepa (IBUG-8) con medio PDA donde resultó con una velocidad de crecimiento de 0.61 cm/24 horas; la segunda interacción más importante se presentó en la cepa (IBUG-8) con medio HIT; la cepa (C.S.1) con medio HIT y la cepa (IBUG-8) con medio EMA se mostraron estadísticamente iguales mientras que a la cepa (IBUG-4) y (C.S.1) con medio EMA fueron estadísticamente iguales. Por último la cepa (IBUG-4) y (C.S.1) con medio PDA resultaron ser estadísticamente iguales (Ver Tabla. 9).



**TABLA 8.- CUADRADOS MEDIOS Y SIGNIFICANCIAS DE LAS VARIABLES ESTUDIADAS.**

Variables	Fuente de variación			
	A	B	AXB	Error
VCM	0.04550000 **	0.84016667 **	0.06791667 **	0.0089
DÍAS	2.22222222 **	83.88888899 **	5.55555566 **	0.0022

donde:

\*\* Diferencias altamente significativas

A= Cepas

B= Medios

AxB= Interacción

VCM = Velocidad de crecimiento micelial.

Días = Días para alcanzar de cubrir el medio sólido con un diámetro de 8.5 cm.

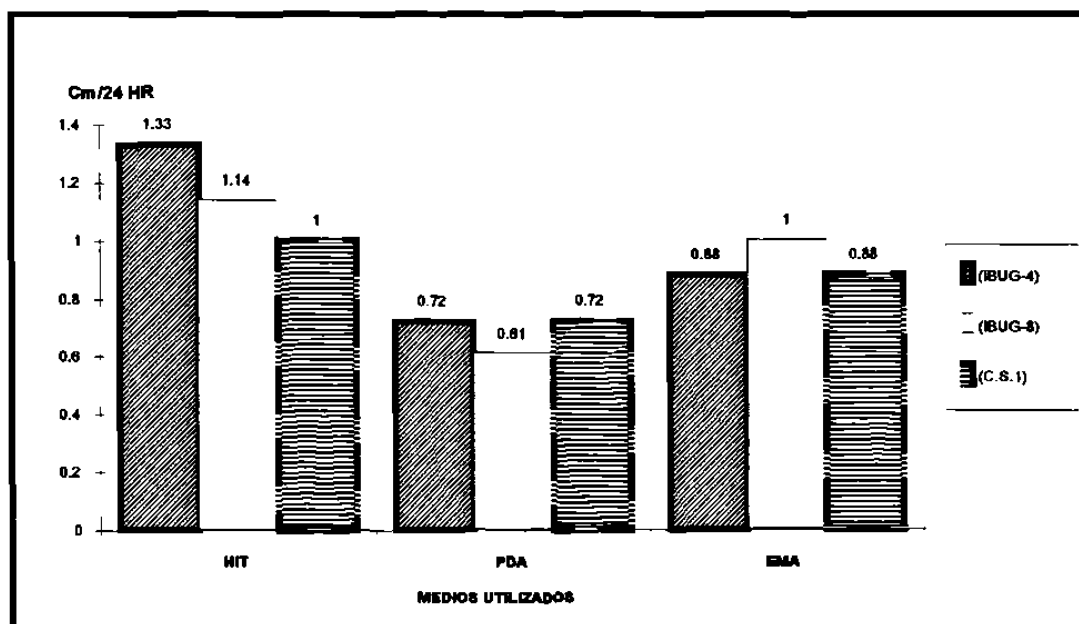
**TABLA 9.- MEDIAS DE LA INTERACCION (TRATAMIENTOS) PARA LA VARIABLE VELOCIDAD DE CRECIMIENTO MICELIAL**

Tratamiento	Media
1 Cepa (IBUG-4) - Medio HIT	1.330 A
2 Cepa (IBUG-8) - Medio HIT	1.140 B
3 Cepa <C.S.1> - Medio HIT	1.000 C
4 Cepa (IBUG-8) - Medio EMA	1.000 C
5 Cepa (IBUG-4) - Medio EMA	0.880 D
6 Cepa <C.S.1> - Medio EMA	0.880 D
9 Cepa (IBUG-4) - Medio PDA	0.720 E
8 Cepa <C.S.1> - Medio PDA	0.720 E
9 Cepa (IBUG-8) - Medio PDA	0.610 F

Tukey = 0.01

Medias con misma letra son estadísticamente iguales.

**GRAFICA 1.- COMPORTAMIENTO DE LA INTERACCION (TRATAMIENTOS) PARA LA VARIABLE VELOCIDAD DE CRECIMIENTO (cm. por día).**



Analizando los factores por separado se observó que en el factor cepa la mayor velocidad de crecimiento en cm/24 horas correspondió a la cepa (IBUG-4); seguida por la cepa (IBUG-8) mientras que la menor fue la cepa (C.S.1) (Tabla 10). En el caso del factor medios de cultivo donde mejor crecieron las cepas empleadas fue en el medio de agar con harina de trigo integral ( $P > 0.05$ ) y el medio menos favorable fue el agar con papa y dextrosa (Tabla 11).

**TABLA 10.- MEDIAS DEL FACTOR CEPAS PARA LA VARIABLE VELOCIDAD DE CRECIMIENTO (Cm. POR 24 HORAS)**

Cepa	Media
Cepa (IBUG-4)	0.977 A
Cepa (IBUG-8)	0.917 B
Cepa (C.S.1)	0.867 C

Tukey = 0.01

Medias con misma letra son estadísticamente iguales.

**TABLA 11.- MEDIAS DEL FACTOR MEDIO PARA LA VARIABLE VELOCIDAD DE CRECIMIENTO (cm. por día)**

<b>Medios</b>	<b>Media</b>	
HIT	1.157	A
EMA	0.920	B
PDA	0.683	C

Tukey = 0.01

Medias con misma letra son estadísticamente iguales.

#### 4.1.2.2.- Días de crecimiento en cubrir el medio sólido

En la variable días de crecimiento en cubrir el medio sólido al igual que en la variable velocidad de crecimiento, presentó diferencias altamente significativas ( $P > 0.01$ ) tanto en la interacción como en los factores como se observa en la tabla 8. En la gráfica 2 se observa el comportamiento de las interacciones de los tratamientos (cepas-medios).

Al analizar la interacción, el mejor comportamiento lo obtuvo la cepa (IBUG-4) con medio HIT al cubrir el medio en 6 días; mientras que el comportamiento más negativo lo constituyó la cepa (IBUG-8) con medio PDA, al cubrir el medio en 13 días. La cepa (IBUG-8) con medio HIT demostró un comportamiento estadísticamente diferente a las cepas (C.S.1) con medio HIT y la cepa (IBUG-8) con medio EMA mismas que se mostraron iguales, estas a su vez tuvieron un comportamiento diferente a la cepa (IBUG-4) y (C.S.1) con medio EMA que resultaron estadísticamente iguales, por último la cepa (C.S.1) y la cepa (IBUG-4) con medio PDA presentaron igual comportamiento entre sí (tabla 12).

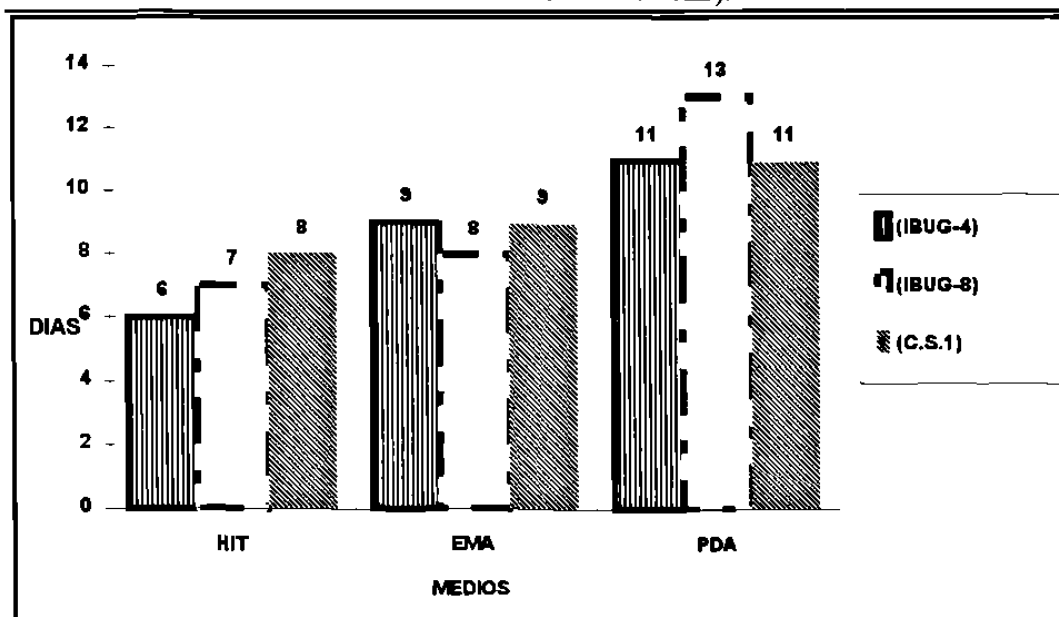
TABLA 12.- MEDIAS DE LA INTERACCION (TRATAMIENTOS) PARA LA VARIABLE DIAS PARA EN CUBRIR EL MEDIO SOLIDO (CON UN DIAMETRO DE 8.5 cm.)

Tratamiento	Media
1.- Ceba (IBUG-8) - Medio PDA	13.000 A
2.- Ceba (IBUG-4) - Medio PDA	11.000 B
3.- Ceba <C.S.1> - Medio PDA	11.000 B
4.- Ceba <C.S.1> - Medio EMA	9.000 C
5.- Ceba (IBUG-4) - Medio EMA	9.000 C
6.- Ceba (IBUG-8) - Medio EMA	8.000 D
9.- Ceba <C.S.1> - Medio HIT	8.000 D
8.- Ceba (IBUG-8) - Medio HIT	7.000 E
9.- Ceba (IBUG-4) - Medio HIT	6.000 F

Tukey = 0.01

Medias con misma letra son estadísticamente iguales.

GRAFICA 2.- COMPORTAMIENTO DE LA INTERACCION (TRATAMIENTO) PARA LA VARIABLE DIAS EN CUBRIR EL MEDIO SOLIDO (CON UN DIAMETRO DE 8.5 cm.).



El análisis de los factores por separado, mostró que la media de la cepa (IBUG-4) resultó ser mejor, mientras que el comportamiento de las cepas (IBUG-8) y (C.S.1) fueron estadísticamente iguales (Tabla 13). En lo referente a los medios todas las medias fueron estadísticamente diferentes, el valor que sobresalió lo obtuvo el medio HIT teniendo al medio EMA en el segundo lugar y por último el PDA (Tabla 14).

**TABLA 13 .- MEDIAS DEL FACTOR CEPA PARA LA VARIABLE DIAS PARA CUBRIR EL MEDIO SOLIDO (CON UN DIAMETRO DE 8.5 cm.)**

<b>Cepa</b>	<b>Media</b>
Cepa (C.S.1)	9.3333333 A
Cepa (IBUG-8)	9.3333333 A
Cepa (IBUG-4)	8.6666667 B

Tukey = 0.01

Medias con misma letra son estadísticamente iguales.

**TABLA 14.- MEDIAS DEL FACTOR MEDIO PARA LA VARIABLE DIAS PARA CUBRIR EL MEDIO SOLIDO (CON UN DIAMETRO DE 8.5 cm.)**

<b>Medios</b>	<b>Media</b>
PDA	11.666667 A
EMA	8.666667 B
HIT	7.000000 C

Tukey = 0.01

Medias con misma letra son estadísticamente iguales.

Cabe mencionar que la presencia de contaminación por microorganismos en los tratamientos fue prácticamente nula por lo que el micelio se desarrolló óptimamente sin la presión de competencia.

## **4.2.-EXPERIMENTO B.**

**Análisis de las variables rendimiento, eficiencia biológica de las cepas y substratos aquí estudiados; así como el contenido de proteína de la cepa (IBUG-8).**

En general los tres materiales forrajeros empleados en este trabajo permitieron el crecimiento y desarrollo de las cepas empleadas ya que se pudo obtener cosechas de carpóforos de cada uno de los substratos con cada una de las cepas.

### **4.2.1.-Rendimiento**

Como puede observarse en la (Tabla 15), tanto la interacción (cepa x Substrato) como en los factores presentaron diferencias altamente significativas ( $P < 0.01$ ). En la gráfica 3 puede observarse el comportamiento de los tratamientos (cepas-substratos).

Analizando la interacción, La media más alta correspondió a la interacción de la cepa (IBUG-8) con el forraje de pasto, siendo estadísticamente diferente a los demás tratamientos, mientras que la media más baja fue para la cepa (C.S.1) con el forraje de hojas de la mazorca de maíz, la cepa (C.S.1) y (IBUG-4) con rastrojo de pasto presentaron interacciones importantes, estadísticamente iguales mientras que la cepa (IBUG-8) con rastrojo de hojas de la mazorca de maíz así como con rastrojo de sorgo presentaron medias estadísticamente iguales, por último la cepa (IBUG-8). con rastrojo de sorgo, (IBUG-4) y (C.S.1) en rastrojo de sorgo así como con rastrojo de hojas de la mazorca de maíz fueron estadísticamente iguales (Tabla 16).

TABLA 15.- ANALISIS DE VARIANZA PARA LA VARIABLE RENDIMIENTO TOTAL EN gr. DEL EXPERIMENTO DE CEPAS DE *Pleurotus spp.* Y SUBSTRATOS LIGNOCELULOSICOS, Y SU INTERACCION.

FV	GL	SC	CM	F	P>F
Modelo	12	464706.6342	38725.5529	119.12 **	0.000
Cepa	2	5660.9724	28330.4862	87.15 **	0.000
Sustrato	2	390901.7018	195450.8509	601.22 **	0.000
Repetición	4	238.7778	59.6944	0.18 NS	0.945
Cepa X Substrato	4	16905.1822	4226.2956	13.00 **	0.000
Error	32	10402.9302	325.0916		
Total corregido	44	475109.5644			

R = 0.978104      C.V = 7.588154

\*\* = Diferencia altamente significativa al nivel de confianza del 1%

NS = No significativo

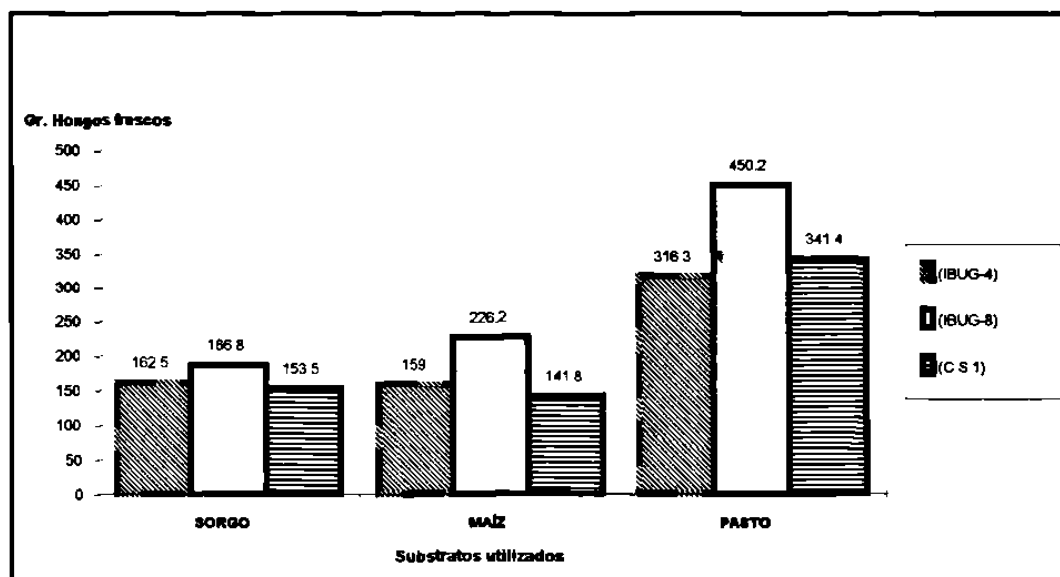
TABLA 16.- MEDIAS DE LA INTERACCION (TRATAMIENTOS) PARA LA VARIABLE RENDIMIENTO (gramos por cepa).

Tratamiento	Media
1 (IBUG-8) - Rastrojo de pasto	450.34 A
2 Cepa (C.S.1) - Rastrojo de pasto	341.40 B
3 (IBUG-4) - Rastrojo de pasto	316.28 B
4 (IBUG-8) - Rastrojo de maíz	226.24 C
5 (IBUG-8) - Rastrojo de sorgo	186.80 C D
6 (IBUG-4) - Rastrojo de sorgo	162.50 D
9 (IBUG-4) - Rastrojo de maíz	159.04 D
8 Cepa (C.S.1) - Rastrojo de sorgo	154.06 D
9 Cepa (C.S.1) - Rastrojo de maíz	141.84 D

Tukey = 0.01      Rango = 45.275

Medias con misma letra son estadísticamente iguales.

**GRAFICA 3 .- COMPORTAMIENTO DE LA INTERACCION (TRATAMIENTOS) PARA LA VARIABLE RENDIMIENTO.**



Analizando los factores por separado se obtuvo que para las cepas, la que presentó la mejor media correspondió a la cepa (IBUG-8) mientras que la cepa (IBUG-4) fue superior a la cepa (C.S.1) sin embargo estas dos fueron estadísticamente iguales (Tabla 17). Para el factor sustrato donde se presentó el mejor comportamiento de las cepas lo fue en el rastrojo de pasto, mientras que el rastrojo de hojas de la mazorca de maíz y el rastrojo de sorgo fueron estadísticamente iguales (Tabla 18).

**TABLA 17 .- MEDIAS DEL FACTOR CEPAS PARA LA VARIABLE RENDIMIENTO DE CARPOFOROS (gramos por cepa).**

Cepa	Media
(IBUG-8)	287.793 A
(IBUG-4)	212.607 B
(C.S.1)	212.433 B

Tukey = 0.01 Rango = 20.636

Medias con misma letra son estadísticamente iguales.



**TABLA 18.- MEDIAS DE FACTOR SUBSTRATO PARA LA VARIABLE  
RENDIMIENTO (gramos por sustrato)**

<b>Substrato</b>	<b>Media</b>
Rastrojo de pasto	369.340 A
Rastrojo de maíz	175.707 B
Rastrojo de sorgo	167.787 B

Tukey = 0.01      Rango = 20.636

Medias con misma letra son estadísticamente iguales.

#### 4.2.2.-Eficiencia biológica

Como puede observarse en la (Tabla 19), tanto la interacción como en los factores presentaron diferencias altamente significativas ( $P > 0.01$ ). En la gráfica 4 puede verse el comportamiento de los tratamientos (cepas x sustratos).

Analizando la interacción, la media más alta correspondió a la interacción entre la cepa (IBUG-8) con el rastrojo de pasto, pero estadísticamente igual esta misma cepa pero con el rastrojo de hoja de mazorca de maíz estos a su vez diferentes a los demás tratamientos, mientras que la media más baja fue para la interacción de la cepa <C.S.1> con rastrojo de sorgo. sin embargo estadísticamente iguales a las interacciones entre las cepas (IBUG-8) y (IBUG-4) con el mismo rastrojo antes mencionado; la cepa <C.S.1> resulto con una media mayor pero estadísticamente igual a la cepa (IBUG-4) con rastrojo de pasto junto con la cepa (IBUG-4) y (C.S.1) con rastrojo de hoja de la mazorca de maíz (tabla 20).

**TABLA 19.- ANALISIS DE VARIANZA PARA LA VARIABLE EFICIENCIA BIOLÓGICA DE LOS FACTORES CEPAS Y SUBSTRATOS Y SU INTERACCION.**

<b>FV</b>	<b>GL</b>	<b>SC</b>	<b>CM</b>	<b>F</b>	<b>P&gt;F</b>
Modelo	12	27854.66756	2321.22230	45.80 **	0.000
Cepa	2	7447.35511	3723.67756	73.47 **	0.000
Substrato	2	18381.80844	9190.90422	181.33 **	0.000
Repetición	4	99.67244	24.91811	0.49 NS	0.741
Cepa X Substrato	4	1925.83156	481.45789	9.50 **	0.000
Error	32	1621.95156	50.68599		
Total corregido	44	29476.61911			

R = 0.944975 C.V = 8.630052

\*\* = Diferencia altamente significativa al nivel de confianza del 1%

NS = No significativo

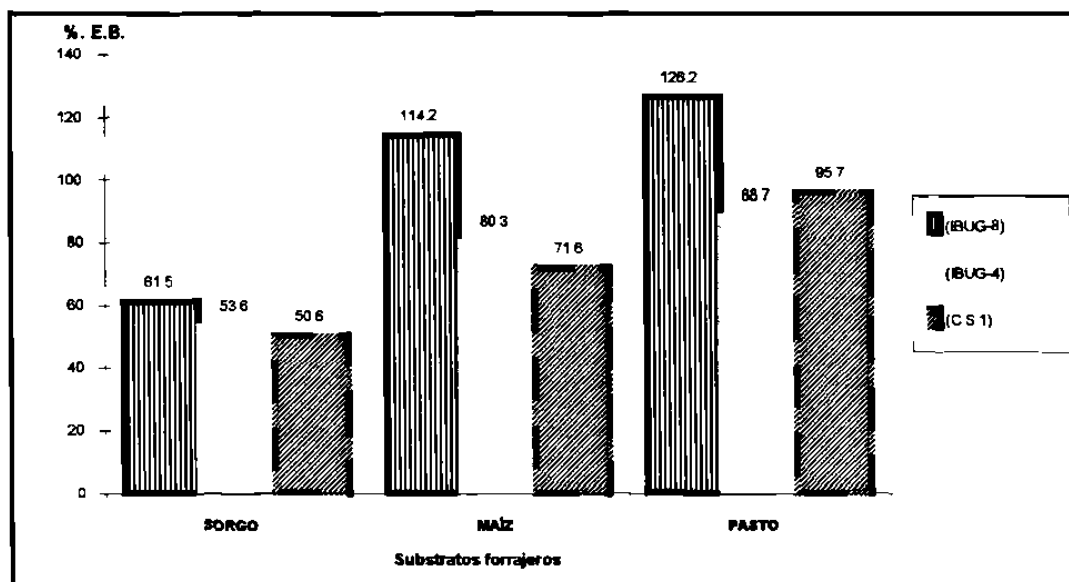
**TABLA 20.- MEDIAS DE LA INTERACCION (TRATAMIENTOS) PARA LA VARIABLE EFICIENCIA BIOLÓGICA**

<b>Tratamiento</b>	<b>Media</b>
1 (IBUG-8) - Rastrojo de pasto	126.220 A
2 (IBUG-8) - Rastrojo de maíz	114.240 A
3 Cepa (C.S.1) - Rastrojo de pasto	95.700 B
4 (IBUG-4) - Rastrojo de pasto	88.680 B C
5 (IBUG-4) - Rastrojo de maíz	80.320 B C
6 Cepa (C.S.1) - Rastrojo de maíz	71.640 C D
9 (IBUG-8) - Rastrojo de sorgo	61.540 D E
8 (IBUG-4) - Rastrojo de sorgo	53.560 E
9 Cepa (C.S.1) - Rastrojo de sorgo	50.560 E

Tukey = 0.01 Rango = 17.877

Medias con misma letra son estadísticamente iguales.

**GRAFICA 4 .- COMPORTAMIENTO DE LA INTERACCION (TRATAMIENTOS) PARA LA VARIABLE EFICIENCIA BIOLOGICA.**



En lo que respecta al análisis de los factores por separado se observó que para el factor cepa, la que presentó la mejor media correspondió a la cepa (IBUG-8) siendo estadísticamente diferentes a las cepas (IBUG-4) y (C.S.1) (Tabla 21). Respecto al factor sustrato el mejor comportamiento lo obtuvo el rastrojo de pasto que fue estadísticamente diferente al rastrojo de hoja de la mazorca de maíz y esta a su vez diferente al rastrojo de sorgo (Tabla 22).

**TABLA 21.- MEDIAS DEL FACTOR CEPAS PARA LA VARIABLE EFICIENCIA BIOLOGICA .**

Cepa	Media
(IBUG-8)	100.667 A
(IBUG-4)	74.187 B
(C.S.1)	72.633 B

Tukey = 0.01      Rango = 8.1483

Medias con misma letra son estadísticamente iguales.

**TABLA 22.- MEDIAS DEL FACTOR SUBSTRATO PARA LA VARIABLE EFICIENCIA BIOLOGICA**

<b>Substrato</b>	<b>Media</b>	
Rastrojo de pasto	103.533	A
Rastrojo de maíz	88.733	B
Rastrojo de sorgo	55.220	C

Tukey = 0.01      Rango = 8.1483

Medias con misma letra son estadísticamente iguales.

#### **4.2.3.- Observaciones de las cepas durante su desarrollo y fructificación**

##### ***Pleurotus pulmonarius* (IBUG-4)**

En lo que respecta a la colonización de la cepa (IBUG-4) *Pleurotus pulmonarius* en los sustratos, el micelio que se desarrolló fue lento al principio de la siembra, ya que creció de manera rala y de lento crecimiento pero conforme se adaptaba y las temperaturas se estabilizaban a un promedio de los 28-32°C, éste se desarrolló óptimamente.

Se puede apreciar (Tabla.23) los días promedio en que aparecieron los primordios. En esta se observa que con el forraje de sorgo se necesitaron un promedio de 20 días para que el micelio cubriera todo el sustrato y se iniciara la formación de primórdios, mientras que en los rastrojos de hoja de la mazorca de maíz y rastrojo de pasto tardaron 23 y 28 días respectivamente.

TABLA 23. PRODUCCION Y EFICIENCIAS BIOLOGICAS OBTENIDAS EN LAS CEPAS ESTUDIADAS EN CADA UNO DE LOS SUBSTRATOS UTILIZADOS A TEMPERATURAS MINIMAS DE 9 °C Y MAXIMAS DE 36 °C.

Cepa	Substrato (Rastrojos)	Peso seco del substrato	Aparición * primordios	Número cosechas	Total (Gr.)	Eficiencia biológica
(IBUG 8)	Maíz	198 grs.	16	4	226.2	114.2
(IBUG 8)	Sorgo	303.5 grs.	12	3	186.8	61.5
(IBUG 8)	Pasto	356.7 grs.	17	4	450.2	126.2
(IBUG 4)	Maíz	198 grs.	23	3	159	80.3
(IBUG 4)	Sorgo	303.5 grs.	20	3	162.5	53.6
(IBUG 4)	Pasto	356.7 grs.	28	3	316.3	88.7
(C.S.1)	Maíz	198 grs.	16	3	141.8	71.6
(C.S.1)	Sorgo	303.5 grs.	13	3	153.5	50.6
(C.S.1)	Pasto	356.7 grs.	17	3	341.4	95.7

\* Días

#### *Pleurotus ostreatus* (IBUG-8)

Las cosechas promedio que se obtuvieron con esta cepa de *Pleurotus ostreatus* variaron un poco ya que como se observa en la (tabla 23); con el rastrojo de pasto y con el rastrojo de sorgo se realizaron 4 cosechas mientras que con el rastrojo de hojas de la mazorca de maíz se obtuvieron 3 cosechas.

A diferencia de lo que ocurrió con la cepa (IBUG-4); la cepa (IBUG-8) presentó un crecimiento vigoroso, ya que el micelio se desarrolló denso y creció de manera rápida y abundante. La aparición de primordios fue más rápida en el rastrojo de sorgo con 12 días y más lenta en el rastrojo de pasto con 17 días, en el rastrojo hojas de la mazorca de maíz los primordios aparecieron a los 16 días (Tabla 23).

### ***Pleurotus ostreatus*. Var. florida Cepa (C.S.1)**

El número de cosechas que se obtuvieron con esta cepa no variaron en ninguno de los tres tratamientos como se observa en la tabla 3; en la cual se obtuvieron tres cosechas en cada uno de los substratos utilizados.

Esta cepa presentó un crecimiento micelial vigoroso y denso en cual creció de manera rápida y abundante. La aparición de primórdios (tabla 23) se presentaron de manera más rápida en el rastrojo de sorgo el cual fue a los 13 días a partir de la siembra y más lenta en el rastrojo de maíz y rastrojo de pasto con 16 y 17 días respectivamente. Los primórdios de esta cepa se presentaron robustos en todos los tratamientos así como también proliferó la presencia de pseudoprimordios.

Se realizaron otras cosechas posteriores en todas las cepas con cada uno de los substratos las cuales fueron deshechadas por ser carpóforos de mala calidad esporádicos y de rendimiento no significativo.

#### **4.2.4.- Análisis de proteína de los carpóforos de la cepa (IBUG-4) *P. ostreatus* cosechados a partir de tres substratos empleados.**

En la (tabla 24) se presenta el análisis de varianza de la variable % de proteína de los carpóforos obtenidos de la cepa (IBUG-8) al emplear cada uno de los substratos ya mencionados; donde resultó con diferencias significativas estadísticamente con respecto al comportamiento de la cepa en cada substrato empleado.

Al analizar la comparación de medias se puede resaltar que el valor más alto de % de proteínase presentó en el rastrojo de sorgo siendo estadísticamente igual al comportamiento en el rastrojo de pasto que a su vez fue diferente al valor presentado en el rastrojo de hojas de la mazorca de maíz siendo este el valor más bajo estadísticamente (Tabla 25) (Gráfica 5).

**TABLA 24 .- ANALISIS DE VARIANZA DE LA VARIABLE % DE PROTEINA EN CARPOFOROS DE LA CEPA (IBUG-8) CULTIVADOS EN TRES SUBSTRATOS LIGNOCELULOSICOS.**

<b>FV</b>	<b>GL</b>	<b>SC</b>	<b>CM</b>	<b>F</b>	<b>P&gt;F</b>
Tratamientos	2	82.195313	41.097656	140.6708 *	0.000
Error	6	1.752930	0.292155		
Total	8	83.948242			

C.V =2.16 %

\* = Diferencia significativa al nivel de confianza del 5 %

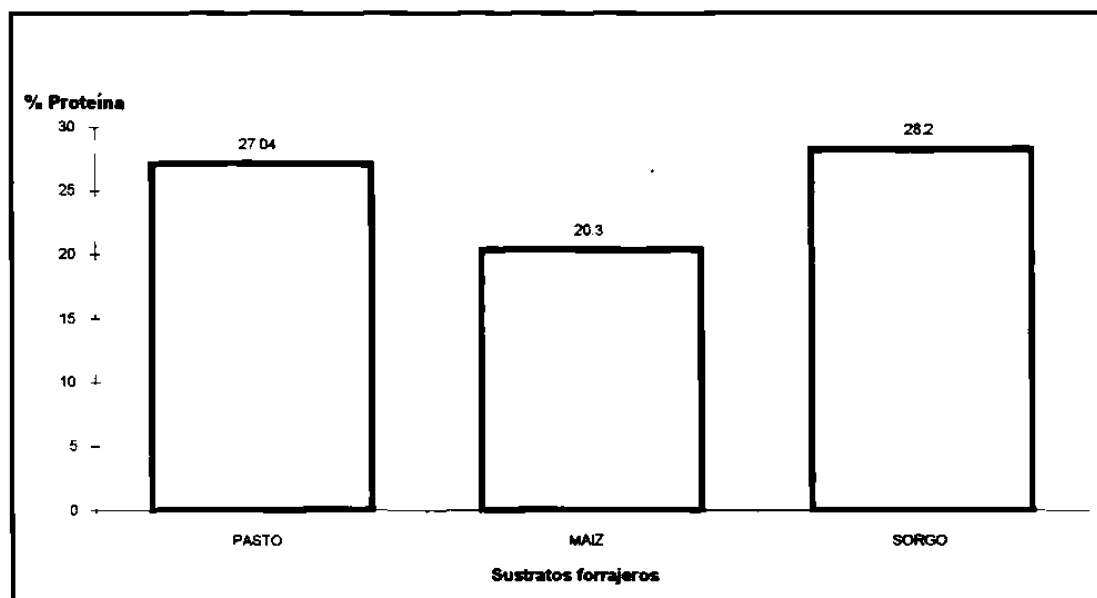
**TABLA 25.- MEDIAS DE LA VARIABLE % DE PROTEINA EN CARPOFOROS DE LA CEPA (IBUG-8) CULTIVADOS EN TRES SUBSTRATOS LIGNOCELULOSICOS.**

<b>SUBSTRATOS</b>	<b>MEDIAS</b>
Rastrojo de sorgo	27.5667 A
Rastrojo de pasto	26.7000 A
Rastrojo de maíz	20.7667 B

DMS =0.05

Medias con misma letra son estadísticamente iguales.

**GRAFICA 5.- COMPORTAMIENTO DE LA INTERACCION (TRATAMIENTOS)  
PARA LA VARIABLE PROTEINA**



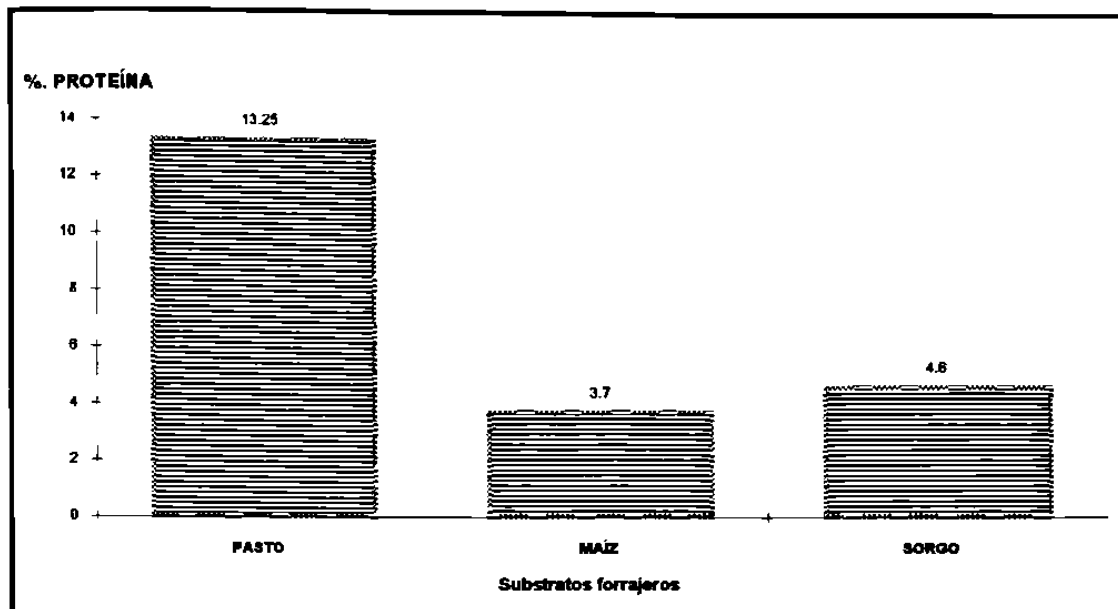
**4.2.5.- Análisis de proteína de los tres sustratos lignocelulósicos utilizados.**

En la tabla 26 se pueden apreciar los resultados obtenidos al realizar el análisis de proteína de los sustratos empleados en el estudio. Se observa que el mayor porcentaje de proteína lo presentó el rastrojo de pasto y fue del orden del 13.25 % seguido por el rastrojo de sorgo con 4.6 % y por último el rastrojo de hojas de mazorca de maíz con 3.7 % de proteína (Gráfica 6).

**TABLA 26.- CONTENIDO DE PROTEINA EN SUBSTRATOS FORRAJEROS EMPLEADOS.**

<b>SUBSTRATOS</b>	<b>% PROTEÍNA</b>
Rastrojo de pasto	13.25
Rastrojo de sorgo	4.6
Rastrojo de maíz	3.7



**GRAFICA 6.- CONTENIDO DE PROTEINA EN RASTROJOS EMPLEADOS.**

## V.- DISCUSION

### 5.1.- Medios de cultivo

En general se puede mencionar que ninguno de los medios probados fue adverso para el crecimiento de las cepas de *Pleurotus* empleadas en el presente trabajo, pero es claro que cada uno de los medios indujo a las cepas a expresar diferentes comportamientos de desarrollo. Los estudios sobre comportamiento de este hongo son similares a los reportados por Cedano et-al 1989 , trabajando con diferentes medios de cultivo, lo cual conlleva a proponer uno de estos medios como el indicado para conservar y manejar las cepas estudiadas en laboratorio.

El agar con harina integral de trigo (HIT) resultó ser el medio más adecuado para el desarrollo de las cepas empleadas, puesto que presentaron un micelio aéreo denso con un crecimiento regular y uniforme además de que fue mayor al presentado en los otros dos medios.

Respecto al medio de cultivo agar con extracto de malta (EMA), resultó ser el segundo medio más importante en este estudio, ya que como reportan diversos autores Martínez 1984, Acosta et-al 1988, Cedano et-al, 1989 y Hernández, et-al 1994, este medio suele ser uno de los más apropiados para el desarrollo de algunas especies de *Pleurotus*. En este estudio se considera un medio de cultivo menos adecuados en comparación con el medio (HIT) para estas especies en particular (ver tabla 27).

TABLA 27.- COMPARACION DE MEDIOS Y CEPAS EVALUADAS EN EL PRESENTE TRABAJO CONTRA LOS MEDIOS Y CEPAS EVALUADOS POR DIVERSOS AUTORES

CEPA	MEDIO	V.C.mm/día	AUTOR
<i>Pleurotus sp.</i>	EMA Agar con extracto de malta	18.14 mm	Hernández-Ibarra, et al. 1994
(IBUG-4)	HIT. Agar harina integral de trigo	13.3 mm	**
<i>P. ostreatus</i>	EMA Agar con extracto de malta	13 mm	Guzmán -Davalos, et-al. 1987
(IBUG-8)	HIT. Agar harina integral de trigo	11.4 mm	**
(C.S.1)	HIT. Agar harina integral de trigo	10.0 mm	**
(IBUG-8)	EMA Agar con extracto de malta	10.0 mm	**
<i>P. ostreatoroseus</i>	ETA. Agar con extracto de trigo, paja y malta	9.0 mm	Cedano -Maldonado, et-al. 1988
(IBUG-4)	EMA Agar con extracto de malta	8.8 mm	**
(C.S.1)	EMA Agar con extracto de malta	8.8 mm	**
<i>p. ostreatus</i>	EMA. Agar con extracto de malta	8.5 mm	Acosta-Urdapilleta, et-al. 1988.
(IBUG-4)	PDA. Agar con dextrosa y papa	7.2 mm	**
(C.S.1)	PDA. Agar con dextrosa y papa	7.2 mm	**
(IBUG-8)	PDA. Agar con dextrosa y papa	6.1 mm	**
<i>P. ostreatoroseus</i>	S. Agar dextrosa sabouraud	3.97 mm	Cedano -Maldonado, et-al. 1988
<i>P. ostreatoroseus</i>	PDA. Agar con dextrosa y papa	5.80 mm	Cedano -Maldonado, et-al. 1988
<i>P. ostreatoroseus</i>	EMA. Agar con extracto de malta	3.47mm	Cedano -Maldonado, et-al. 1988
<i>P. ostreatus</i>	BAE. Bactoagar ejote	2.5 mm	Ayala-Nahara, et-al. 1991
<i>P. ostreatus</i>	BA. Bactoagar	1.5 mm	Ayala-Nahara, et-al. 1991

\*\* Tratamientos analizados en el presente estudio

Los resultados obtenidos en el medio de cultivo (PDA), mostraron que las cepas se caracterizaron por ser de menor vigor, con micelio aéreo escaso y con una velocidad de crecimiento lento. Estos resultados coinciden con los reportados por Cedano et-al 1989, trabajando con este medio pero con la especie *Pleurotus ostreatoroseus*.

Los resultados y la formulación del medio de cultivo sigieren que estas cepas necesitan para su desarrollo, altas concentraciones de carbohidratos del tipo de las glucosas y almidones principalmente.

Estos resultados expresan que las cepas se pueden desarrollar normalmente en los tres medios empleados pero sin embargo el mejor medio donde se expresaron las características macroscópicas antes evaluadas en todas las cepas, fue el medio agar con harina de trigo integral siendo la cepa (IBUG-4) la que mejor se desarrolló, seguida por la cepa (IBUG-8) y por último la cepa (C.S.1).

## **5.2.- Eficiencia biológica**

La producción de los hongos se valora en kilogramos por sustrato, mediante la fórmula de dividir el peso fresco de los hongos cosechados entre el peso seco del sustrato empleado, lo que se le llama eficiencia biológica y se expresa en porcentaje. Una eficiencia adecuada debe de ser de alrededor o más del 100 % siguiendo el método generalmente usado en las evaluaciones de cultivo de los hongos, propuesto por Tchierpe y Hartman (1977).

De acuerdo a los resultados obtenidos en el presente experimento, se encontró que hubo diferencias entre los tratamientos. Al llevar a cabo la comparación de medias por el método de Tukey se observó que el tratamiento cepa (IBUG-8) en pasto bermuda fue el que presentó la mayor eficiencia biológica, mientras que el tratamiento rastrojo de sorgo con la cepa (C.S.1.) fue el que obtuvo el más bajo rendimiento y por consiguiente la menor eficiencia biológica.

Los rendimientos normalmente aceptables son del 100% de eficiencia biológica, (Guzmán, 1993). Dos de los nueve tratamientos probados, son superiores a esta cantidad y 3 más son muy semejantes con una eficiencia biológica aceptable; a su vez, estas eficiencias son superiores a diversas de las consignadas en otros sustratos por diferentes autores. (Tabla 28).

TABLA 28.- EFICIENCIAS BIOLÓGICAS OBTENIDAS EN DIFERENTES TIPOS DE SUBSTRATOS

SUBSTRATOS	CEPA	% E.B.	AUTOR
Hoja seca de maíz	<i>P. ostreatus</i>	144.85	Bernabé-González y Arzeta. G.J. 1994
Rastrojo de pasto	<i>P. ostreatus (IBUG-8)</i>	126.2	**
Orégano	<i>Pleurotus sp.</i>	117.31	Télliez-Mora, et-al. 1991
Rastrojo de maíz	<i>P. ostreatus (BUG-8)</i>	114.2	**
Pulpa de café	<i>P. ostreatus INIREB-26</i>	103.60	Martínez-Carrera, et-al. 1988
Paja de cebada	<i>P. ostreatus INIREB-26</i>	96.04	Martínez-Carrera, et-al. 1988
Rastrojo de pasto	<i>P. ostreatus (C.S.I.)</i>	95.7	**
Rastrojo de pasto	<i>P. pulmonarius (IBUG-4)</i>	88.7	**
Cáscarade cacahuete	<i>P. ostreatus</i>	85.44	Bernabé-González y Arzeta. G.J. 1994
Fibra de coco	<i>P. osteratus var. florida</i>	80.6	Bernabé-González 1993
Rastrojo de maíz	<i>P. pulmonarius (IBUG-4)</i>	80.3	**
Vaina de frijol	<i>P. ostreatoroseus</i>	75.0	Bautista. N. et-al. 1991
Rastrojo de maíz	<i>P. ostreatus (C.S.I.)</i>	71.6	**
Paja de trigo	<i>P. ostreatus</i>	64.2	Acosta-Urdapilleta, et-al. 1988
Rastrojo de sorgo	<i>P. ostreatus (IBUG-8)</i>	61.5	**
Bagazo de maguey	<i>P. ostreatus INIREB-8</i>	60.2	Soto-Velazco, et-al. 1989
Pulpa de café	<i>P. ostreatus INIREB-20</i>	58.75	Martínez-Carrera, et-al. 1988
Zacate buffel	<i>P. dejamor INIREB-29</i>	54.1	Gaitán-Hernández y J.Castillo. 1993
Rastrojo de sorgo	<i>P. pulmonarius (IBUG-4)</i>	53.6	**
Bagazo de henequén	<i>P. ostreatus comercial</i>	51.46	Burgos-Ruiz, et al. 1994
Rastrojo de sorgo	<i>P. ostreatus (C.S.I.)</i>	50.6	**
Olote de maíz	<i>P. ostreatus</i>	50.5	Acosta-Urdapilleta, et-al. 1994
Pulpa de café	<i>P. florida</i>	43	Bermúdez, C., et-al. 1994
Paja de cebada	<i>P. ostreatus INIREB-20</i>	36.69	Martínez-Carrera, et-al. 1988
Bagazo de henequén	<i>P. dejamor</i>	27.26	Burgos-Ruiz, et al. 1994
Viruta de encino	<i>P. dejamor INIREB-29</i>	26.0	Gaitán-Hernández y J.Castillo. 1993
Tamo de maíz	<i>P. ostreatus</i>	18.6	Acosta-Urdapilleta, et-al. 1994
Bagazo de caña	<i>P. ostreatus</i>	15.7	Acosta-Urdapilleta, et-al. 1994
Bagazo de henequén	<i>P. dejamor INIREB-29</i>	0	Gaitán-Hernández y J.Castillo 1993

\*\* Eficiencias biológicas obtenidas en el presente experimento

Resultados similares a los encontrados en el presente trabajo han sido reportados por otros autores: Martínez (1988), Guzmán -Dávalos (1987), Martínez-Mayorga (1990), Retolaza (1992); y Gaitán (1993), en tre otros; quienes señalan que la eficiencia biológica es diferente en cada tipo de sustrato, donde probaron diversos materiales

lignocelulósicos comúnmente utilizados para la producción de *Pleurotus* cuyos resultados mostraron diferencias significativas en la eficiencia entre substratos.

Por tal motivo la naturaleza química del substrato, esta en relación directa con las necesidades de crecimiento del hongo. Además de la naturaleza química del substrato están los factores fisico-químicos, como el pH y textura, mismo así como factores ambientales, como la humedad y la temperatura (Guzmán, et-al 1993).

### **5.3.- Análisis de proteína de la cepa (IBUG-8) *Pleurotus ostratus***

Eger, (1978). menciona que 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 substrato y el método de cultivo, así como el origen geográfico de la cepa

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

El presente trabajo no pretendió analizar detalladamente el valor nutricional de la cepa (IBUG-8) *Pleurotus ostreatus* , los resultados en el análisis de proteína nos da una idea de la importancia del hongo como especie comestible.

En el contenido de proteína (N X 4.38) de los carpóforos, se obtuvieron diferencias significativas estadísticamente. La cepa cultivada en rastrojo de sorgo obtuvo

el valor más alto de proteína siendo diferente a los demás tratamientos con una media de 27.56 %, seguido por la cultivada en rastrojo de zacate bermuda con 26.7 % y por último el rastrojo de hoja de la mazorca de maíz

La humedad contenida en los hongos frescos fue aproximadamente del 90%, sin embargo los resultados del análisis de proteína están dados en base al peso seco de los carpóforos. Por lo tanto, si los porcentajes de proteína fueron de 20.7% a 27.5% del peso seco de los carpóforos; los hongos frescos contienen de 2.07% a 2.75 de proteína.

Los resultados obtenidos en este análisis coinciden con los obtenidos por Martínez et-al 1990 de una cepa de *Pleurotus ostreatoroseus* cultivada en diferentes tipos de rastrojos, donde el valor más alto de proteína fue del 2.6% cultivado en rastrojo de trigo.

### 5.3.1.- Análisis de proteína de los sustratos utilizados.

El sustrato que presentó el valor más alto de proteína, fue el rastrojo de pasto bermuda, con un 13.25% y el menor correspondió al rastrojo de hojas de la mazorca maíz con un 3.7%, mientras que el rastrojo de sorgo presentó un 4.6%.

Una vez analizados, los resultados, estos mostraron que el contenido de proteína en los sustratos no tienen un efecto directamente proporcional con el contenido de proteína de los carpóforos, confirmando los resultados reportados por Martínez et-al 1990, trabajando con una cepa de *P. ostreatoroseus*, demostrando que no existe ningún efecto directo de estos factores

### 5.3.2.- Consideraciones del contenido de proteína de la cepa (IBUG-8).

Se comparó el contenido de proteína de la cepa (IBUG-8) con el de otros alimentos. La tabla 29. muestra el contenido de proteína de la cepa (IBUG-8) y los porcentajes de este mismo elemento contenidos en diferentes alimentos de origen animal y vegetal (Martínez, 1990).

**TABLA 29.- PORCENTAJE DE PROTEINA DE LA CEPA (IBUG-8) *Pleurotus ostreatus* COMPARADO CON OTROS ALIMENTOS**

<b>ALIMENTO</b>	<b>PROTEINA (%)</b>
Cepa (IBUG-8)	2.7
Cebolla	1.4
Col	1.4
Jitomate	1.0
Manzana	0.3
Naranja	0.6
Papa	1.8
Plátano	0.8
Uva	1.0
Zanahoria	1.0
Carne de cerdo	15.0
Carne de Pescado	9.2
Carne de pollo	12.6
Carne de res	19.2

Tomado de Martínez 1990

Es notorio que el contenido proteico del hongo es superior al de todos los productos 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).



La implicación de los resultados que se obtuvieron en esta investigación, son de índole práctico en lo que se refiere a la introducción de cepas para los cultivos comerciales de *Pleurotus spp.*, que se han venido realizando recientemente en México (Martínez, 1990). Considerando el valor nutritivo y agradable sabor de los hongos comestibles en general, y en particular los del género *Pleurotus spp.* así como su cultivo en diversos sustratos forrajeros, se potencializaría la obtención de un alimento de valor nutricional alto, que coadyuvaría en un momento dado a solucionar la creciente demanda de alimentos a nivel regional, estatal y nacional.

## VI.- CONCLUSIONES

- Las cepas estudiadas son susceptibles de ser cultivadas ya que como se comprobó, tienen un potencial de rendimiento alto
- El medio de cultivo más adecuado para el crecimiento y manejo de las cepas evaluadas en el laboratorio resultó ser el medio agar con harina integral de trigo (HIT).
- La cepa IBUG-4 (*Pleurotus pulmonarius*) fue la que mejor comportamiento tuvo en crecimiento y desarrollo de las cepas estudiadas en laboratorio.
- El substrato en el que se obtuvo la mayor producción de carpóforos, así como la mayor eficiencia biológica, fue el rastrojo de zacate bermuda cruz 1.
- La cepa (IBUG-8), fue la que mayor rendimiento presentó de las 3 cepas sujeto a estudio.
- El contenido de proteína en los substratos utilizados no tienen un efecto directamente proporcional con el contenido de proteína en los carpóforos.
- El porcentaje proteico de la cepa (IBUG-8) que es del 2.8 del peso fresco del hongo es mayor al que contienen diversos vegetales.
- En este estudio se demostró que es posible lograr la fructificación de diversas cepas de *Pleurotus*, a temperatura máximas de 34- 36 °C aproximadamente.

- Se logró el cultivo con medios nutritivos baratos y al alcance del cultivador como lo fue el medio (HIT), así como la utilización de substratos forrajeros abundantes en la región en el cual se desarrollaron favorablemente como lo fue el pasto bermuda cruzado 1.
- Se comprobó que en un local limpio y ventilado con temperatura ambiente (34-36 °C) y luz natural, es suficiente para emprender un cultivo de *Pleurotus* con las cepas estudiadas en este trabajo y con los substratos empleados.
- Por lo tanto El cultivo de diversas cepas de *Pleurotus*, adaptadas a las condiciones climáticas de Marín N.L., proporcionarían un alimento sano y nutritivo, a bajo costo y de una manera sencilla y empleando como substrato materiales forrajeros de desecho y ya una vez que ha dejado de fructificar, puede ser utilizado como alimento para el ganado o también como un mejorador de suelos agrícolas.

## VII.- LITERATURA CITADA

- Acosta, U. L., N. Bautista, V. M. Mora, L. López, D. Portugal y V. M. Bustos, 1994. Primercultivo de una cepa silvestre de *Pleurotus ostreatus* de México. V Congreso Nacional de Micología. Universidad de Guanajuato. Guanajuato, Guanajuato. 1994. Memoria, P.64.
- Acosta Urdapilleta, L., G. Bustos Zagal y D. Portugal, 1988. Aislamiento y caracterización de cepas de *pleurotus ostreatus* y su cultivo en residuos agroindustriales en el estado de Morelos. Rev. Mex. Mic. 4: 13-20.
- Bautista, N., L. Acosta, V. Mora, E. Montiel y E. Martínez, 1991. Cultivo de *Pleurotus ostreatus* Sing. sobre vaina de frijol en el estado de Morelos. IV Congreso Nacional de Micología. Universidad Autónoma de Tlaxcala. Tlaxcala, Tlax., 14-18 de octubre, 1991. Memoria p.98.
- Bermúdez, R. C., J. A. Traba, M. J. Verdecia, y P. Gross. 1994. Producción de *Pleurotus sp. cfr. florida* sobre residuales de la agroindustria cafetalera en Cuba. Micl. Neotrop. Apl. 7: 47-50.
- Bernabé, G. T., M. S. Domínguez, S. A. Bautista. 1993. Cultivo del hongo comestible *Pleurotus ostreatus var. florida* sobre fibra de coco y pulpa de café. Rev. Mex. Mic. 9:13-18
- Bernabé, G. T., y G. J. Arzeta, :1994. Cultivo de *Pleurotus ostreatus* sobre cáscara de cacahuate y hojas secas de maíz. Rev. Mex. Mic. 10: 15-20.
- Burgos, R. D., L. Ancona. y G. Guzmán, 1994. Cultivo del hongo comestible *Pleurotus djamor* (Fr.) Boedijn y su comparación con el cultivo de *Pleurotus ostreatus* en bagazo de henequen V Congreso Nacional de Micología Universidad de Guanajuato Guanajuato. Guanajuato 1994. Memoria, P 75.
- Calvo, B. L., J. E. Sánchez, y G. Huerta, 1994 Evaluación de diversos substratos para el crecimiento vegetativo de *Auricularia fuscosuccinea* (Mont) Farlow V Congreso Nacional de Micología. Universidad de Guanajuato. Guanajuato, Guanajuato. 1994 Memoria, P.67.

- Cedano, M., M. 1989. Caracterización del hongo comestible *Pleurotus ostratoroseus* Sing. en cultivos solidos de laboratorio y determinación del patrón de sexualidad. Universidad de Guadalajara. Tesis Profesional. Guadalajara, Jalisco. México
- 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.
- Cuevas, F. J. y T. Herrera, 1971. Variaciones morfológicas de los micelios de *Psilocybe muliercula* y *P. zapotecorum* en diversos medios de cultivo. Bol. Soc. Mex. Mic. 5: 37-46.
- 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 ork.
- 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.
- Chang, S.T., y P.G. Miles, 1989. Edible mushrooms and their cultivation. CRC Press. Boca Raton.
- Chang, S.T., 1991. Mushrrom biology and mushroom production. Mush. Jour. Tropics 11: 45-52.
- Deacon, G. W., 1990. Introducción a la Micología Moderna. Ed. LIMUSA. México.
- Eger, G., 1974-a. Rapid method for breeding *Pleurotus ostreatus*. Mushrooms Science 9 (1): 567-573.

- Eger, G., 1974-b. The action of light and other factors on sporophore initiation in *Pleurotus ostreatus*. Mushroom Science 9 (1): 575-583.
- Eger, G., 1978. Biology and Breeding of pleurotus. In: S. T. Chang y W. A. Hayes (eds.), The Biology and Cultivation of Edible Mushroom. Academic press, Nueva York.
- Gaitan, H. R., 1993. Cultivo de *Pleurotus djamor* en zacate fuffel, viruta de encino y bagazo de henequén. Reporte Científico N°. Esp. 13: 111-115. Fac. de ciencias forestales. Universidad Autónoma de Nuevo León. N.L. México.
- García, E. 1973. Modificaciones al sistema de clasificación climática de Köeppen. Instituto de Geografía, UNAM. México
- García, R. M., 1991. Cultivo de setas y trufas. Ediciones-Mundiprensa, 2ª edición Madrid, España
- 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-Davalos, L., C. Soto-Velasco y D. Martínez-Carrera, 1987-c. El bagazo de caña de azúcar como substrato para la producción de *Pleurotus* en Jalisco. Rev. Mex. Mic. 3: 79-82.
- Guzmán-Davalos, 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.
- Guzman. G., 1977. Identificación de los hongos comestibles venenosos y alucinantes. Limusa, Mexico, D.F
- Guzmán, G., G Mata, D Salmones, C Soto-Velazco y L. Guzmán. Davalos, 1993. El cultivo de los hongos comestibles. Con especial atención a especies tropicales y subtropicales en esquilmos y residuos agro-industriales. Instituto Politécnico Nacional. México.

- Herrera, T., Y M. Ulloa., 1990. . El Reino de los Hongos. Micología Básica y aplicada. UNAM y Fondo de Cultura Económica, México, D.F.
- Hernández, I. H., J. E. Sánchez, y L. A. Calvo, 1994. Aislamiento de cepas nativas de *Pleurotus* en el Soconusco Chiapas. V Congreso Nacional de Micología. Universidad de Guanajuato. Guanajuato, Guanajuato. 1994. Memoria, P. 70.
- Horwitz, W., (Ed), 1980. Official Methods of Analysis. Assoc. Off. Anal. Chem. 13va. ed. Washington, D.C.
- Kurtzman, R. H. y F. Zadrzil, 1982. Physiological and taxonomic considerations for cultivation of *Pleurotus* mushrooms. In: Chang, S. T. y T. H. Quimio (Eds.). Tropical mushrooms: biological nature and cultivation methods. The Chinese University Press, Hong Kong.
- Jimenez, Z. y Partida, S. J. 1994. Estudio de factibilidad para el establecimiento de una planta productora de hongos comestibles en la región de Huatusco, Veracruz. Universidad Autónoma de Chapingo. Tesis profesional de licenciatura. Chapingo, México.
- 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.
- Leal-L, H., 1985. El cultivo del champiñón y otros macromicetos comestibles. In: Quintero, R.(Comp ) Prospectiva de la biotecnología en México. Fundación Javier Barrios Sierra y CONACYT. México
- Macaya, L. A. 1988. Cultivo de *pleurotus ostreatus* y especies afines (Fungi: *Pleurotaceae*) sobre medios naturales semi-esteriles Rev. Biol Trop. 36: 255-260
- Martinez-Carrera, D., P. Morales, M. Sobal y A. Larque-Saavedra, 1993 Reconversión en la industria de los hongos Tecno Industria 7: 52-59
- Martinez-Carrera, D., N. 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.

- Martínez-Carrera, D. 1984. Cultivo de *pleurotus ostreatus* sobre desechos agrícolas. I. Obtención y caracterización de cepas nativas. *Biótica*. 9:3 pp. 243-248. México.
- Martínez-Carrera, D., Morales, P., y Sobal, M. 1988. Cultivo de diversas cepas mexicanas de *Pleurotus ostreatus* sobre pulpa de café y paja de cebada. *Rev. Mex. Mic.* 4: 153-160.
- Martínez, M. M. 1990. Cultivo del hongo comestible *Pleurotus ostreatoroseus* Sing. en cuatro substratos lignocelulósicos y la influencia sobre su composición química proximal. Facultad de Biología, Universidad de Guadalajara. Jalisco México.
- Mata, G. y D. Martínez-Carrera, 1988. Estimación de la producción de residuos agroindustriales potencialmente utilizables para el cultivo de hongos comestibles en México. *Rev. Mex. Mic.* 4: 287-296.
- Olmos-Fuertes, C. y T. Herrera, 1973. Comportamientos de micelios de los géneros *Agrocybe*, *Panus* y *Psilocybe* (Agaricales) en diferentes medios de cultivo. *Bol. Soc. Mex. Mic.* 7: 151-159.
- Retolaza, E., L. Villaseñor, y C. Soto-Velazco., 1992. Cultivo de *pleurotus ostreatoroseus* en una mezcla de desechos de algodón y paja de trigo. I congreso Centroamericano., I Congreso Nacional de Micología., Guatemala., 5-8 de agosto, 1992 memorias.
- Rodríguez, H. M., C. Soto, W. A. Broche. 1994. Evaluación de cepas de *Pleurotus* en relación con las condiciones ambientales. I. Temperatura. V Congreso Nacional de Micología. Universidad de Guanajuato. Guanajuato, Guanajuato. 1994 Memoria, P.S-25.
- Sharp, R., 1978. *Investigative Mycology*. Henemann Educational Books, Londres
- Soto-Velazco. C., 1986 La producción de los hongos comestibles en la región de Xalapa-Coatepec, Veracruz durante 1985-1986. *Rev. Mex. Mic* 2 437-440
- Soto-Velasco, C., L. Guzmán.Davalos y O. Rodríguez 1989 Cultivo del hongo comestible *Pleurotus ostreatus* sobre bagazo de maguey tequilero fermentado y mezclado con paja de trigo. *Rev. Mex Mic.* 5: 97-101



- Tchierpe, H. J. y K. Harman, 1977 A comparison of different growing methods Mush Jour 60 404-416
- Téllez, M. P., A. C. Guzmán, y J. G. Linerio, 1991 Cultivo del hongo *Pleurotus sp* sobre oregano IV Congreso Nacional de Micología Universidad Autónoma de Tlaxcala Tlaxcala, Tlax. 14-18 de octubre, 1991 Memoria p.97
- Villarreal, L. y G. Guzman, 1985. Produccion de los hongos comestibles silvestres en los bosques de México (parte I) Rev. Mex. Mic. 1 51-90.
- Whittaker, R. H, 1969 New concepts of kingdoms of organisms. Science 163 : 150-160
- Wood, D., 1989 Mushroom biotechnology. International Industry Biotechnology 9: 5-8.
- 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.
- Zadrazil, F., y R.H. Kurtzman, 1983. The Biology of *Pleurotus* cultivation in the tropics In. Tropical Mushrooms: Biological Nature and Cultivation Methods. S.T. Chang y T.H. Quimio (eds). The Chinese University Press. Hong Kong.

