

**UNIVERSIDAD AUTONOMA DE NUEVO LEON**  
**FACULTAD DE CIENCIAS BIOLÓGICAS**



**CULTIVO DEL HONGO COMESTIBLE *Volvariella volvacea* (BULL.ex. FR.)  
SINGER A PARTIR DE SUBPRODUCTOS AGRICOLAS, BAJO CONDICIONES DE  
LABORATORIO**

**TESIS**  
**QUE PARA OBTENER EL TITULO DE**  
**BIOLOGO**  
**PRESENTA**

**MARTHA ELENA HERNANDEZ SALDANA**

**MONTERRREY, N.L.**

**SEPTIEMBRE DE 1993**

353

1

CHESTER



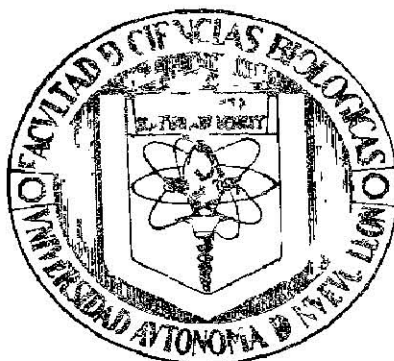


1080072707





**UNIVERSIDAD AUTONOMA DE NUEVO LEON**  
**FACULTAD DE CIENCIAS BIOLÓGICAS**



**CULTIVO DEL HONGO COMESTIBLE *Volvariella volvacea* (BULL.ex. FR.)  
SINGER A PARTIR DE SUBPRODUCTOS AGRICOLAS, BAJO CONDICIONES DE  
LABORATORIO**

**TESIS**  
**QUE PARA OBTENER EL TITULO DE**  
**BIOLOGO**  
**PRESENTA**

**MARTHA ELENA HERNANDEZ SALDANA**

**MONTERREY, N.L.**

**SEPTIEMBRE DE 1993**

6333

**UNIVERSIDAD AUTOMONA DE NUEVO LEON**  
**FACULTAD DE CIENCIAS BIOLÓGICAS**

**CULTIVO DEL HONGO COMESTIBLE *Volvariella volvacea* (BULL.ex. FR.)  
SINGER A PARTIR DE SUBPRODUCTOS AGRICOLAS, BAJO CONDICIONES DE  
LABORATORIO.**

**TESIS**

QUE PARA OBTENER EL TITULO DE

**BIÓLOGO**

PRESENTA

**MARTHA ELENA HERNANDEZ SALDANA**

COMISION DE TESIS:

PRESIDENTE: \_\_\_\_\_

BIOL. ARMANDO J. GOMEZ SANCHEZ

SECRETARIO: \_\_\_\_\_

M.C. NABOR GONZALEZ GARZA

VOCAL: \_\_\_\_\_

M.C. JAVIER MARTINEZ SOLIS

SUPLENTE: \_\_\_\_\_

M.C. JUAN MANUEL ADAME RODRIGUEZ

MONTERREY, N.L.

SEPTIEMBRE DE 1993

## DEDICATORIA.

Con todo cariño A MIS PADRES: SR. EUGENIO HERNANDEZ REGALADO Y MA. CAYETANA SALDAÑA DE HERNANDEZ, por haberme apoyado siempre en mis decisiones ya que gracias a su dedicación y sacrificios me dieron una educación profesional.

A MIS HERMANOS: Luis Eugenio, Victor, Leticia, Guillermina, Raymundo, Laura, Cecilia y Ulises; porque este es un logro que comparto con ellos.

Con todo respeto para mi cuñado Zaragoza, para mis cuñadas Elizabeth y Consuelo, por todo el apoyo brindado en el transcurso de mi carrera.

A mis sobrinos: Victor, Nahum, Carolina, Alan Alexis y Cecilia por su cariño.



## AGRADECIMIENTOS.

Mis más sinceros agradecimientos al Biól. Armando J. Gómez Sánchez, por ser parte de mi formación académica y por su finita paciencia para el desarrollo de esta tesis.

Al Biól. Jesús Hernandez Zuñiga por su amistad y asesoría brindada que fué definitiva para el desarrollo de este trabajo.

Al M.C. Nabor González Garza por la revisión y corrección hechas a este trabajo.

Al M.C. Javier Martínez Solís por la revisión y sugerencias prestadas a este escrito.

Al M.C. Juan Manuel Adame Rodríguez por la revisión y disponibilidad prestada en el presente trabajo.

A la Familia Hernandez, para quien no tengo palabras para agradecerles el apoyo brindado cuando lo necesité.

En especial agradezco a los Biólogos Joel Rodriguez M., Gerardo Treviño A., Sergio R. Sánchez R. y Eduardo Rebollar T. quienes me orientaron en el maravilloso mundo de los hongos y por ser unos amigos incondicionales.

A el Biól. Jesús Castillo T., por haberme proporcionado literatura importante para mi trabajo.

Agradezco de una manera muy especial a las Biólogas Clarita Olvera C. y Azalea Vega T., por su valiosa colaboración en la parte práctica de esta tesis.

A mis amigos de siempre Biólogos Alejandra Rocha E., Jaime Fco. González G., Beatriz Neyra M., Luis O. Flores C., por su compañerismo brindado durante toda la carrera.

A la Generación 1986-1991 de la Carrera de Biólogos.

Al M.C. Gerardo Guajardo por sus valiosos comentarios y sugerencias hechas a este trabajo.

A los Biólogos Marco A. Alvarado y Marco A. Lucio por su asesoría brindada en la transcripción de este trabajo y por su amistad.

Al Ing. Miguel Angel Vidal E., por facilitarme material que fué decisivo en mi trabajo práctico.

A la M.C. Teresa E. Torres C. y a la Biól. Consuelo González de la R., por las facilidades brindadas en el presente trabajo y por haber sido parte de mi desarrollo escolar.

A la M.S.P. Graciela García Díaz, por su valiosa revisión y ayuda prestada en el presente trabajo.

A los Biólogos Hiram Uresti, Javier Saucedá, Pablo Rodríguez, por su amistad.

A los Ing. Joaquín Cantú G., Roberto Bañuelos R. y Elizabeth Araujo por su amistad y desinteresado apoyo brindado en la parte final de este estudio.

A mis amigos Químicos Luis Gerardo Treviño Quintanilla y Osvaldo Vázquez González por su desinteresado apoyo brindado en el presente escrito.

A la Facultad de Ciencias Biológicas y a todas las personas que omite involuntariamente. Gracias a todos ellos por su amistad y cooperación.



## CONTENIDO.

Resumen.

Introducción.

Objetivo e hipótesis.

Antecedentes.

Material y método.

I. Pruebas Fisiológicas:

- a) Determinación del mejor medio de cultivo.
- b) Determinación del pH óptimo.

II. Técnica de cultivo.

Resultados.

I. Pruebas fisiológicas.

- a) Determinación del mejor medio de cultivo.
- b) Determinación del pH óptimo.

Discusión.

Conclusiones.

Literatura citada.

Apendice.

## RESUMEN.

México ha tenido un gran incremento demográfico, el cual ha ocasionado entre otros resultados, que los mexicanos dispongan de menos tierra cultivable. Esta circunstancia nos debe estimular a incrementar la eficiencia productiva y con ello aprovechar mejor los productos orgánicos que se derivan del sector agropecuario. De esta manera lo que antes se consideraba desecho, ahora debe valorarse como materia prima para su aprovechamiento alimentario e industrial (43).

Con el propósito de utilizar los residuos agroindustriales que se generan en grandes volúmenes en nuestro país, se realizó un estudio con paja de trigo mezclada con cal al 3 % como sustrato para cultivar el hongo comestible *Volvariella volvacea* que además de emplearse como fuente de proteínas, se puede usar para degradar los materiales residuales de origen agrícola que constituyen un problema en la agricultura o en los ríos por la contaminación que producen.

Se propagó la cepa VV-93 de *Volvariella volvacea* con No. de catálogo 52930 de la ATCC (American Type Culture Collection) por medio de fragmentación de micelio en 4 medios de cultivo: Agar Extracto de Malta (EMA), Agar V8, Agar Manzana, Medio Completo para *Volvariella* cada medio ajustado a 7 pH: 5, 6, 6.5, 7, 7.5, 8 y 9 e incubados a una temperatura de 30  $\pm$  1°C, mostrando una velocidad de crecimiento lineal máxima de 20.5, 26.81, 24.12, 9.71 mm/día

respectivamente. Sin embargo el análisis de ANOVA demostró que -  
había diferencia significativa entre estas condiciones del  
cultivo.

El medio de Agar V-8, exhibió una mejor velocidad de  
crecimiento lineal calculada en 26.81 mm/día a un pH 7, seguida por  
el medio de Agar manzana que creció 23.12 mm/día a un pH 6.5.

La técnica de cultivo es la practicada en la Villa Green  
Poplar del Condado de Ping-Shan en Heibei, China; modificada por  
Hernandez (1992). La temperatura promedio de fructificación del  
hongo fué de 32-34°C a una humedad relativa de 86%; lográndose  
obtener 46 gr de hongos (peso fresco) por cada 500 gr de sustrato  
(peso seco)



## INTRODUCCION.

México es un país básicamente agrícola; en este sector los principales cultivos producen grandes volúmenes de subproductos fibrosos como esquilmos de maíz, pajas de trigo, sorgo, arroz y afrecho de frijol (29). De la transformación agroindustrial de la caña de azúcar, café, henequén y frutas se obtienen considerables cantidades de bagazos, pulpas y residuos diversos (28).

Se calcula que en México, según datos de la Secretaría de Agricultura y Recursos Hidráulicos (SARH), se producen más de cien millones de toneladas de desechos agrícolas (20,35).

Estos desechos, por su monto y difícil manejo, se utilizan muy poco y la mayor parte se considera como basura; por ello, los desechos se tiran a los ríos y lagos, o a terrenos baldíos potencialmente agrícolas, lo que da lugar a fuentes de contaminación, insalubridad y alteración del equilibrio ecológico. De esa manera, el agua ha sido contaminada y su uso posterior resulta imposible para el riego o para el consumo humano y animal; los terrenos con tales desechos también se ven limitados en su uso agrícola.

En general, es muy escasa la utilización y muy poca la atención que en la actualidad se da a los desechos agrícolas, ya que no existe una serie definida de medidas en cuanto a su manejo y control. Ante tal problema, se considera urgente y muy necesario encontrar un mecanismo idóneo que permita reciclar tales

subproductos en los ecosistemas tratando, al mismo tiempo, de obtener un beneficio directo de los mismos.(17)

Los desechos agrícolas están constituidos por celulosa (polímero de glucosa) y lignina (polímero aromático), esta última considerada como el almacén más grande de energía.(21,29). Sin embargo, gran parte de esa lignina se encuentra asociada con la celulosa formando complejos lignocelulósicos de difícil degradación. Los desechos agrícolas contienen en buena proporción estos complejos, lo cual indica que su uso directo en la alimentación animal no presenta resultados significativos por su baja digestibilidad, ya que la lignina actúa como una barrera infranqueable para la utilización de la celulosa, compuesto de importancia en la dieta animal.

La lignina debe degradarse a compuestos más sencillos para que puedan ser utilizadas por el medio y así, reciclarse de manera adecuada en los ecosistemas.

Los hongos desempeñan un papel importante en la degradación de los vegetales, ya que son los únicos organismos que descomponen y metabolizan eficientemente la lignina (17).

Por esta razón, el cultivo de setas comestibles empleando residuos agroindustriales y esquilmos agrícolas, es una alternativa para la producción de alimentos en México.(28)

Desde el punto de vista etnomicológico, el papel que juegan los hongos comestibles en México es muy importante (33); actualmente se sabe que existen más de 200 especies de hongos comestibles que crecen en diversos tipos de vegetación (29,42) y que son consumidos en grandes cantidades por la población indígena y campesina del país, o en menor grado por la población urbana y suburbana, mediante la venta de estos hongos en los mercados.(29)

Existen varias opiniones respecto al verdadero valor nutritivo que tienen los hongos comestibles, sin embargo de acuerdo con las investigaciones efectuadas hasta la fecha, son una fuente de aminoácidos esenciales, vitaminas y minerales; mayor a la de la mayoría de los vegetales y menor que la carne y la leche.(1,5,10,45)

Para México existen pocos trabajos realizados respecto al cultivo del hongo comestible *Volvariella volvacea* utilizando residuos agrícolas, sin embargo, existen cultivos ya establecidos en otras partes del mundo, como en el Medio Oriente donde incluso lo exportan (4). Por ello es necesario que se incrementen las investigaciones y se establezcan las técnicas para desarrollar los diferentes tipos de hongos potencialmente cultivables, que solucionen en parte el problema de la alimentación y nutrición en nuestro país.



El presente trabajo tiene como finalidad adecuar la técnica y procedimientos conocidos para el cultivo del hongo comestible *Volvariella volvacea* utilizando desechos agroindustriales obtenidos regionalmente, para así reciclarlo y que sea fuente de proteínas a su vez degradador de materiales residuales que constituye un problema por la contaminación que producen.

## **OBJETIVOS:**

- 1.- Establecer el pH óptimo en el crecimiento lineal de *Volvariella volvacea* en agar nutritivo.
- 2.- Obtener medios de cultivo para preservación y producción de setas de *Volvariella volvacea*.
- 3.- Desarrollar una técnica apropiada para cultivar en su ciclo completo al hongo *Volvariella volvacea*.

## **HIPOTESIS**

*Volvariella volvacea* es un hongo capaz de desarrollarse en desechos agroindustriales como la paja de trigo.

## ANTECEDENTES.

A nivel mundial el consumo de hongos comestibles como fuente de alimento es muy antiguo. Las especies *Lentinus edodes* y *Volvariella volvacea* se consumen desde hace más de 2000 años en los países asiáticos como producto de un cultivo artificial. La especie *Agaricus bisporus* comenzó a cultivarse en el siglo XVII en Francia. Más recientemente otras especies como *Pleurotus ostreatus* han entrado al grupo de los hongos cultivados.(24).

En nuestro país, el consumo de hongos es común y se ha reportado desde tiempos prehispánicos (16,33) y sin embargo existe solamente una industria que se dedica a su cultivo. Dicha compañía cultiva solamente *Agaricus bisporus*, el conocido champiñón. En contraste con ello están los pueblos de Asia Sudoriental, que cultivan numerosas especies tropicales de hongos comestibles que crecen en los trópicos mexicanos (14,15,31). A pesar de que existen diversas especies que podrían cultivarse comercialmente en México (Mtz. C. 1989), su cultivo en el país sólo se ha llevado experimentalmente.

*Volvariella volvacea* (37) es un hongo comestible de los trópicos y subtrópicos y que ha sido cultivado por muchos años en China, y otros países Asiáticos: Korea, Japón, Filipinas, Indonesia, Singapur, Malasia, Tailandia, Burma, India. También ha sido cultivado en países Africanos: Madagascar y Nigeria alcanzando una producción mundial de 650,000 toneladas métricas (6).

El "hongo Nanhua" (nombre con el cual se le conoce a *Volvariella*), fue llamado así por el Templo Nanhua de Chaohsi en el norte de la provincia de Guangdong, China. Los monjes budistas del templo aparentemente cultivaban el hongo para su propia mesa, y por 1875 éste fué dado a la Familia Real como tributo.(3).

Aunque no hay una clara evidencia de esta historia, (3) asume, basado en la información anterior, que probablemente antes del siglo XVIII ; que alguien del Templo Nanhua, gradualmente o accidentalmente descubrió el método primitivo de cultivo del "hongo de la paja".

La paja de arroz es prácticamente el único material usado para preparar el medio bajo condiciones naturales. Por lo tanto, la producción media de hongos frescos es generalmente pobre e inestable. Sin embargo, en los años recientes, este hongo ha sido cultivado en otros materiales tales como jacinto de agua (7); ramas y desechos de pericarpio de palma de aceite (12,13,34,46,47) y hojas de plátano y Aserrín (8,44) los rangos de producción son sin embargo comparativamente bajos variando de 1.5 a 2.5 % el cual es aún inferior a el uso de la paja de trigo, 4.5-14.7 %. (41).

Los primeros estudios que se hicieron en México sobre este hongo se realizaron en laboratorio durante 1982 - 1984 (23,25,29) mientras que las primeras fructificaciones a nivel de planta piloto se obtuvieron sobre paja de cebada en 1988 (30) con rendimientos de 1.83 kg/m<sup>2</sup>. Sin embargo, al emplearse bagazo de

algodón como sustrato de cultivo (32), el cual es un residuo abundante en México, es posible obtener rendimientos hasta de 6.20 kg/m<sup>2</sup>.

Bajo condiciones adecuadas de cultivo intensivo se ha observado que *Volvariella volvacea* presenta dos cualidades que la hacen atractiva para la producción comercial:

La primera, porque presenta un ciclo de vida notablemente corto, transcurriendo sólo 12 - 15 días de la siembra a la cosecha de los hongos y la segunda, porque su temperatura óptima de crecimiento oscila entre 30-32 °C.

Por estas razones, dicha especie cuenta con un amplio potencial de cultivo en las regiones tropicales y subtropicales de México (41).

Los residuos agroindustriales han sido utilizados para la producción de setas comestibles en varias partes del mundo e incluso en nuestro país. Mahmoud y El-Kattan (1989) cultivaron *Pleurotus eryngii* en paja de arroz suplementada con salvado de trigo, trébol verde seco y harina de soya, obteniendo eficiencias biológicas de 73.3%, 37.0% y 77.2%, respectivamente.

San Antonio y Fordyce(1972) cultivaron *V. volvacea* en el tipo de "compost" que comúnmente se utiliza para *A.bisporus*, obteniendo 84 gr de hongos frescos/kg de peso seco de "compost" , del hongo de la paja, esta producción está en el rango reportado para este

hongo en paja de arroz en Asia pero es sólo el 20% de la producción del cultivo del Champiñón, *A. bisporus*.

Hayes y Nair(1975) mencionan el método tradicional de cultivo de *Volvariella volvacea* el cual incluye el uso de camastros bajo la sombra ó en campos abiertos, usando este método, la fructificación tiene lugar 12 días después de la colonización de los camastros, obteniendo una producción de 6-7 kg de hongos por 100 kg de sustrato.

Ho(1972) describe un método de cultivo del hongo de la paja en casas de plástico donde los factores ambientales tales como luz, temperatura, humedad y ventilación son controlados aumentando el rendimiento de la paja de arroz utilizada como sustrato en China.

Flegler S.L. (1981) reporta el cultivo de *Volvariella bombycina* en 200 ml de medio de cultivo a base de harina de maíz suplementado con glucosa y extracto de levadura, obteniendo 1 ó 2 cuerpos fructíferos por caja petri después de un periodo 30 a 40 días incubadas a 25 °C.

Martínez et. al.(1984) reportan una eficiencia biológica de 113.35% para el hongo *Pleurotus ostreatus* sobre pulpa de café; los mismos autores señalan que para *Volvariella bakerii* los medios más adecuados para su crecimiento son el extracto de malta agar y el medio completo para *Volvariella volvacea*; la temperatura óptima es de 32°C.

Stamets y Chilton(1983) mencionan que la producción de *Volvariella volvacea* en paja de arroz son 22-28 kg de hongos frescos por 100 kg de paja seca. La producción óptima en cascarilla de algodón usada como "compost" son 25-35 kg por 100 kg de sustrato; la producción máxima es cercana a 45 kg en el compost de cascarilla de algodón.

Martinez y Chang (1985) reportan para *V. volvacea*, una producción de 5.26 +- 6.0 kg/m cuadrado y una eficiencia biológica de 42.6 +- 4.93% en una mezcla de 97% de vainas de semillas de algodón y 3% de cal.

Li, et. al. (1988) describen para el cultivo de *V. volvacea* un nuevo tratamiento para la paja de trigo en un cultivo al aire libre, el cual incrementa el rendimiento hasta en más de 20 kg/100 kg de paja seca y la eficiencia biológica puede ser aumentada hasta un 15 a 20% con esta técnica.

Deacon (1988) menciona que en los países tropicales y subtropicales se cultiva *Pleurotus* llegando a obtener una eficiencia biológica de 63% (kg de peso fresco de cuerpos fructíferos por 100 kg de peso seco del sustrato) en restos de algodón donde previamente ha sido cultivado *V. volvacea* obteniendo una eficiencia biológica de un 36%.



## MATERIAL Y METODO.

Cepa.

Se utilizó la cepa VV-93 de *Volvariella volvacea*; No. de catálogo 52930 de la ATCC (American Type Culture Collection), donada gentilmente por el Biól. Jesús Hernández Z.; la cual se mantuvo en placas de Papa Dextrosa Agar (PDA) y Extracto de Malta Agar (EMA).

### I PRUEBAS FISIOLÓGICAS.

a) Determinación del crecimiento lineal de *Volvariella volvacea* en diferentes medios de cultivo.

Los medios de cultivo que se utilizaron en esta prueba fueron los siguientes: Agar manzana (AM), Agar Extracto de malta (EMA), Agar V-8, Medio de agar completo para *Volvariella*.(2).

Se prepararon 175 ml de cada medio de cultivo. Para establecer cual era el mejor medio de cultivo, se midió la velocidad de crecimiento lineal del hongo, en tubos de 18 X 150 ml. con agar inclinado.

b) Efecto del pH sobre el crecimiento lineal del hongo *Volvariella volvacea*.

A cada medio de cultivo anteriormente mencionados se le ajustaron los siguientes pH: 5, 6, 6.5, 7, 7.5, 8 y 9. Con un potenciómetro Beckman 63. La forma en que se hizo es como sigue: se tomaron 25 ml de los 175 ml y se ajustaba a un pH y luego se tomaba otros 25 ml y se ajustaba al siguiente y así sucesivamente hasta llegar al pH 9; una vez ajustados los pH se tomaban 5 ml del medio

y se colocaron en tubos con tapón de rosca de 18 X 150 ml empleándose 4 repeticiones para cada pH evaluado. Se esterilizaron los tubos a 15 lb de presión por 15 minutos y se colocaron en posición horizontal hasta la solidificación del medio.

#### Medición del crecimiento lineal.

En un lugar limpio y desinfectado con fenol al 5 %; los tubos con agar inclinado a un pH definido se inocularon por fragmentación de micelio a partir de placas de Papa dextrosa agar (PDA). El fragmento de medio fué depositado en la parte superior de la superficie, los tubos una vez inoculados se incubaron a  $30 \pm 1^{\circ}\text{C}$  a obscuridad total; cada 24 horas se midió la distancia recorrida por el micelio desde su origen. La velocidad fúngica de crecimiento se expresa en mm/día (40).

## II Práctica de Cultivo.

Las técnicas que se probaron durante el desarrollo del presente trabajo fueron la mencionada por Mtz. Carrera y Chang en (32); la descrita por Chang en (5), variando el sustrato, utilizando paja de trigo en vez de algodón; y la utilizada en la Estación Rural en el Condado de Ping-Shang, en la Provincia de Hebei, China(6).

La técnica utilizada es la que se practica en la Villa Green Poplar, en el Condado Ping-Shan; de la provincia de Hebei, China (6) modificada por Hernandez (1992).

### 1. Preparación del compost:

Se utilizó la paja de trigo mezclada con cal como inóculo secundario y terciario.

a) La paja de trigo se corta en piezas de 10 - 15 cm de largo; se remoja en  $\text{CaCO}_3$  al 3% durante 12- 15 horas.

b) Se saca la paja y se escurre el exceso de agua.

c) Se colocan 100 gramos de paja (peso seco) en frascos de boca ancha con capacidad de 5 litros y se esterilizan a 121 °C por 30 minutos.

d) Posteriormente se deja enfriar y después se inocula con agar o paja previamente colonizada.

e) Una vez inoculado el frasco se cubre con una bolsa oscura de polipropileno grueso y se incuban a una temperatura entre 34 - 36°C hasta que la colonización se complete.

f) Cuando la colonización se completa, se pasa la paja a una cámara de acrílico de 45 cm de ancho X 45 cm de alto X 56 cm de largo y se esparce a manera de un colchón de 5 cm de alto y se cierra la cámara (aumenta la concentración de CO<sub>2</sub>), la cual se cubre con una bolsa de polipropileno negro por 24 horas. La humedad relativa se mantiene a 95 % o por arriba de ésta, la temperatura se mantiene a 35 °C.

g) Después de transcurrido ese tiempo se descubre la caja y se sustituye la puerta por una malla de plástico con algodón a manera de filtro y se le da aereación (15 minutos por hora) manteniendo una humedad relativa de 85 a 90 %, para controlar dicha humedad se rocía la paja de trigo con un vaporizador con agua destilada estéril, la temperatura se mantiene entre 30 - 35°C hasta la aparición de cabezuelas.

h) Una vez que las cabezuelas aparecen la temperatura se mantiene a 28-30 °C y la humedad relativa se mantiene a 85 %, hasta la fructificación de las setas.

## RESULTADOS.

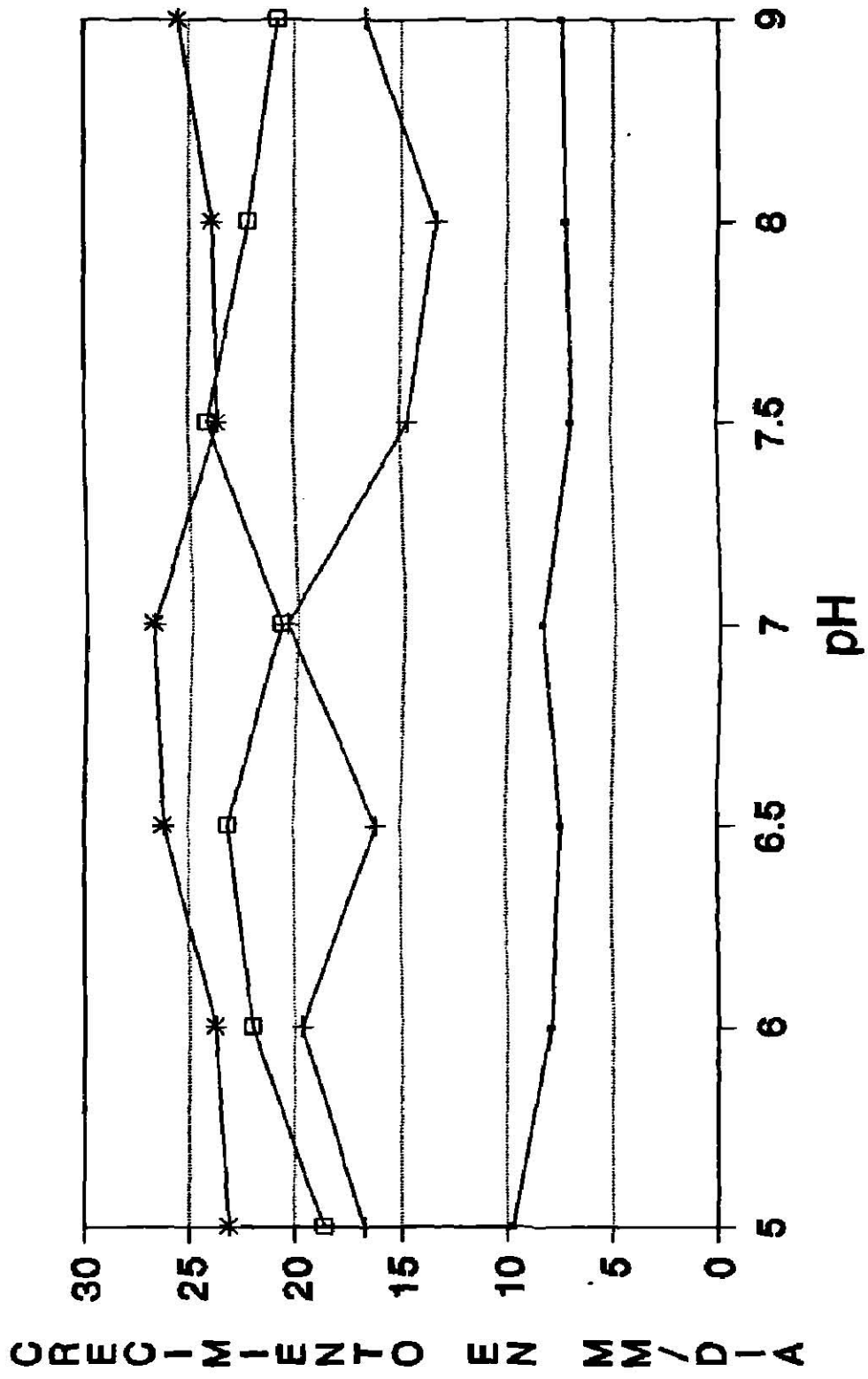
A) Determinación del crecimiento lineal de *Volvariella volvacea* en diferentes medios de cultivo.

Para seleccionar el mejor medio de cultivo que ofreciera un mayor apoyo al crecimiento de *Volvariella volvacea*; se propagaron una serie de medios químicamente definidos con algunos suplementos como son el jugo V-8 y la compota de manzana.

El mejor medio de cultivo se seleccionó en base a la velocidad de crecimiento lineal del hongo, resultando que el mejor medio para esta cepa de *Volvariella* fué el Agar V-8, seguido por el Extacto de malta agar (EMA), después el Agar manzana (AM) y el Agar completo para *Volvariella*. En la figura 5 se observa la cinética de crecimiento del hongo en los medios utilizados.

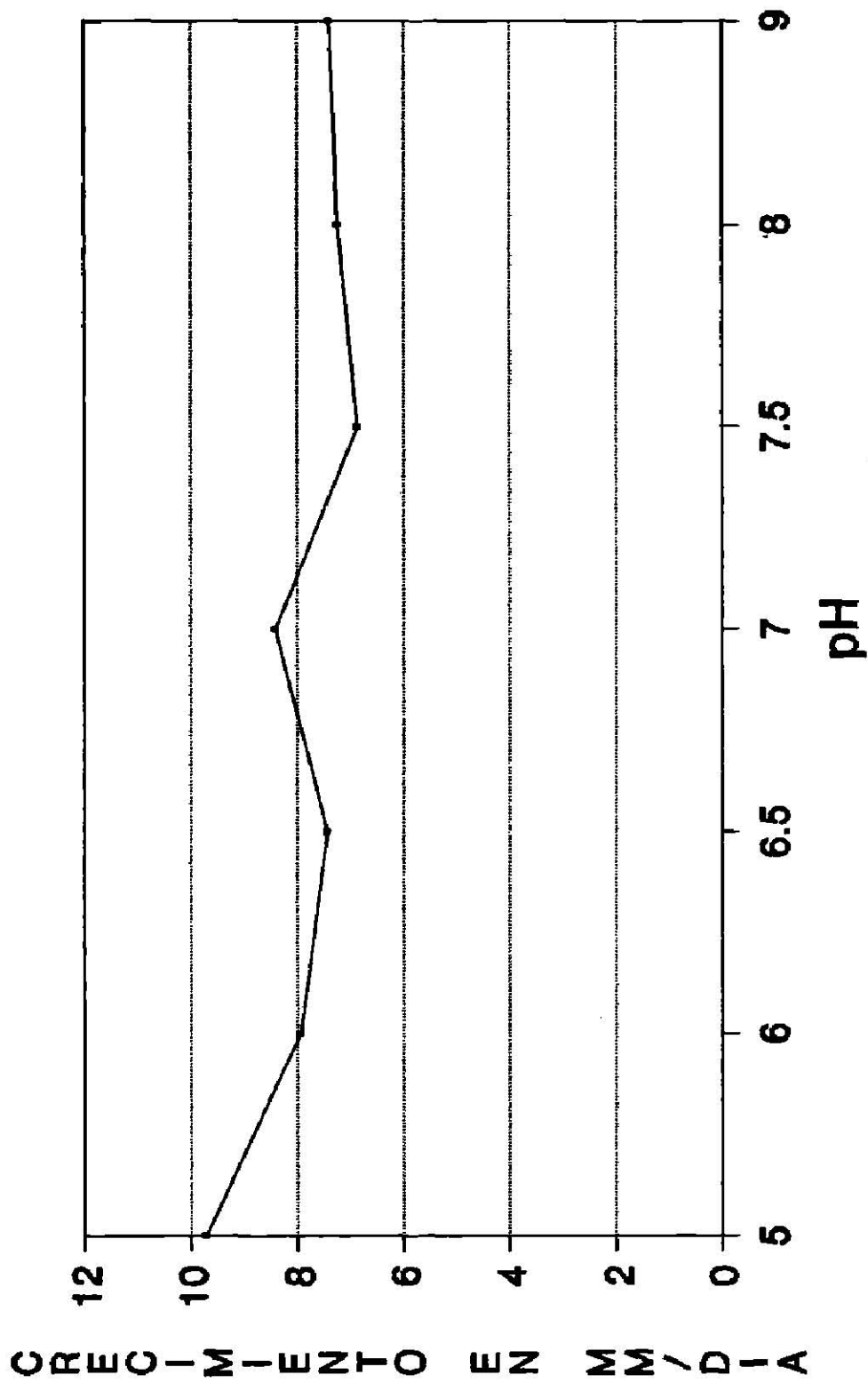
B) Efecto del pH sobre el crecimiento lineal del hongo *Volvariella volvacea*.

Después de evaluar el crecimiento lineal de *Volvariella volvacea* bajo la acción de diferentes pH ensayados, se encontró que para el Medio de agar completo para *Volvariella* su mayor velocidad de crecimiento lineal fué de 9.71 mm/día a pH 5, seguido por el pH 7 donde el hongo creció a una velocidad de 8.4 mm/día y después al pH 6 donde su velocidad de crecimiento fué de 7.93 mm/día. (Tabla 1). Al hacer un análisis estadístico de comparación de medias de varianza (ANOVA) y Prueba de Duncan se observó que si hay diferencia significativa en los tratamientos realizados (Tabla 5), observándose dos subgrupos de homogenidad.



—+— M.C. P/V.V.    —\*— E.M.A.    -□- A.V-8    -|- A.M.

Figura # 5



—●— M.C. P/V.V.

Figura # 1



Por otra parte se puede apreciar en la gráfica 1, la cinética de crecimiento de *Volvariella volvacea* a diferentes pH en el medio de agar completo para *Volvariella*.

En el medios de Extracto de malta agar (EMA), la mayor velocidad de crecimiento lineal fué de 20.50 mm/día en el pH 7; seguido a esta velocidad estuvo dada por el pH 6 con 19.65 mm/día y después el pH 5.0 donde el hongo desarrolló una velocidad de 16.71 mm/día (Tabla 2).

Al realizar un análisis de comparación de medias de varianza y prueba de Duncan se observó que si hubo diferencias significativas entre los diferentes pH ensayados. (Tabla 6).

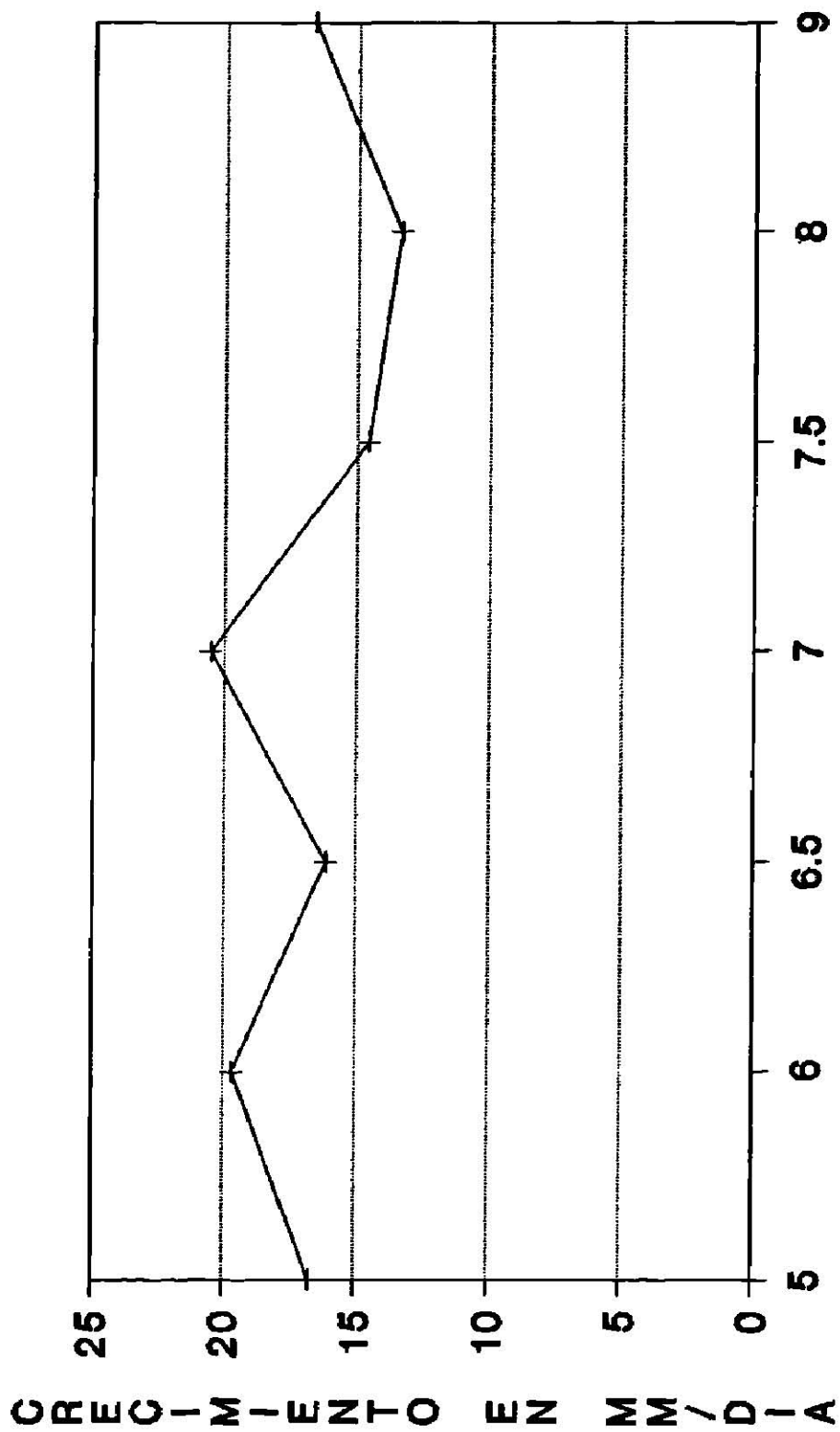
En la gráfica 2 se puede observar la cinética de crecimiento de *V. volvacea* en el medio de Extracto de malta agar.

Para el medio de cultivo Agar de jugo V-8 la mayor velocidad de crecimiento lineal se observa en el pH 7, donde el hongo creció 26.81 mm/día; siguiendo a este pH el 6.5 donde la velocidad de crecimiento fué de 26.18 mm/día, después está el pH 6 donde la velocidad alcanzó 23.75 mm/día (Tabla 3).

Sin embargo al realizar la prueba de Duncan se observó que no hubo diferencia significativa entre los pH medidos. (Tabla 7).

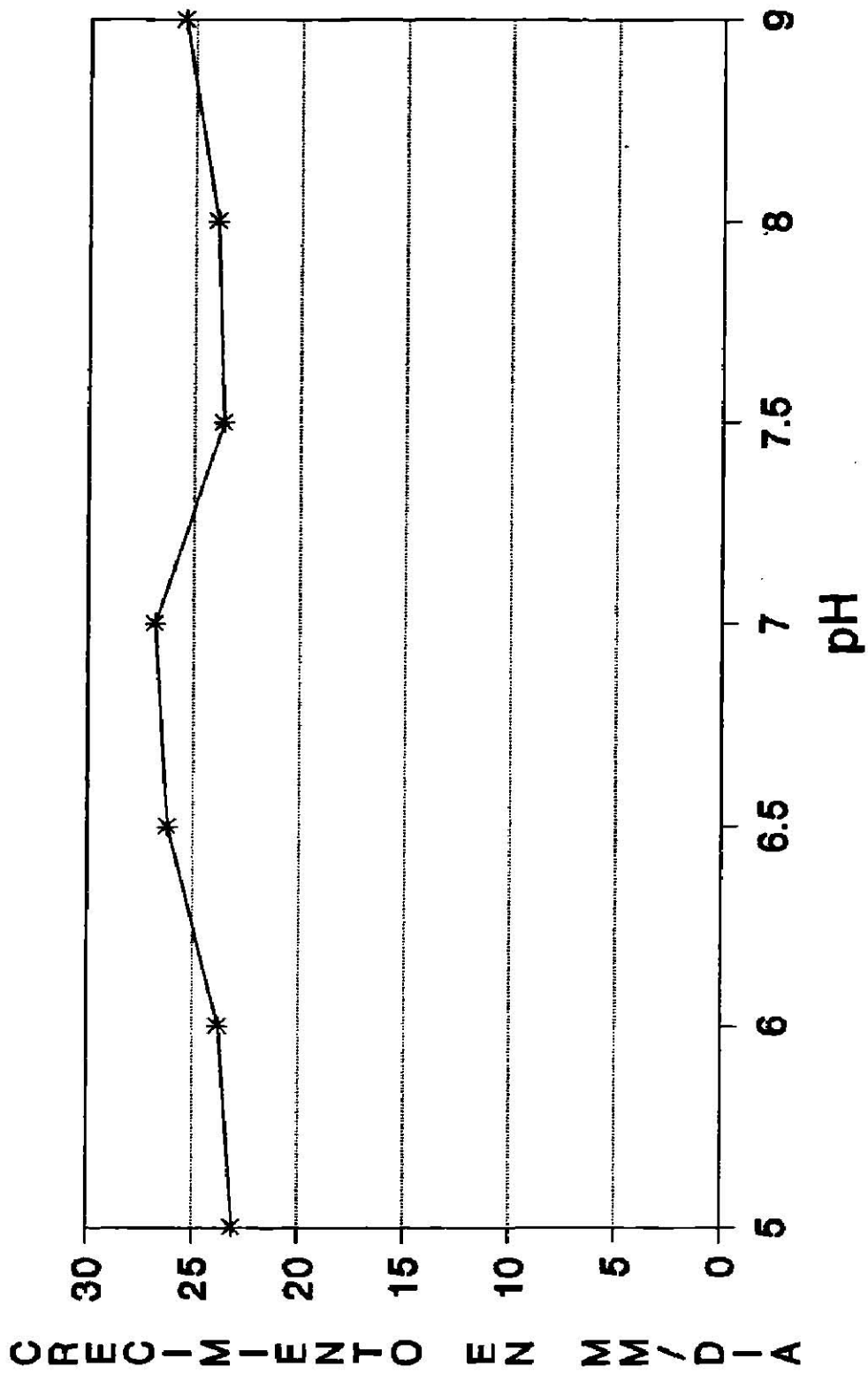
La cinética de crecimiento del hongo se observa en la figura 3.

En el medios de Agar manzana (AM); la mayor velocidad de crecimiento lineal estuvo en el pH 7.5 donde el hongo creció 24.12 mm/día, siguiendo a este pH el 6.5 con 23.12 mm/día. (Tabla 4).



—+— E.M.A.

Figura # 2



\*— A.V-8

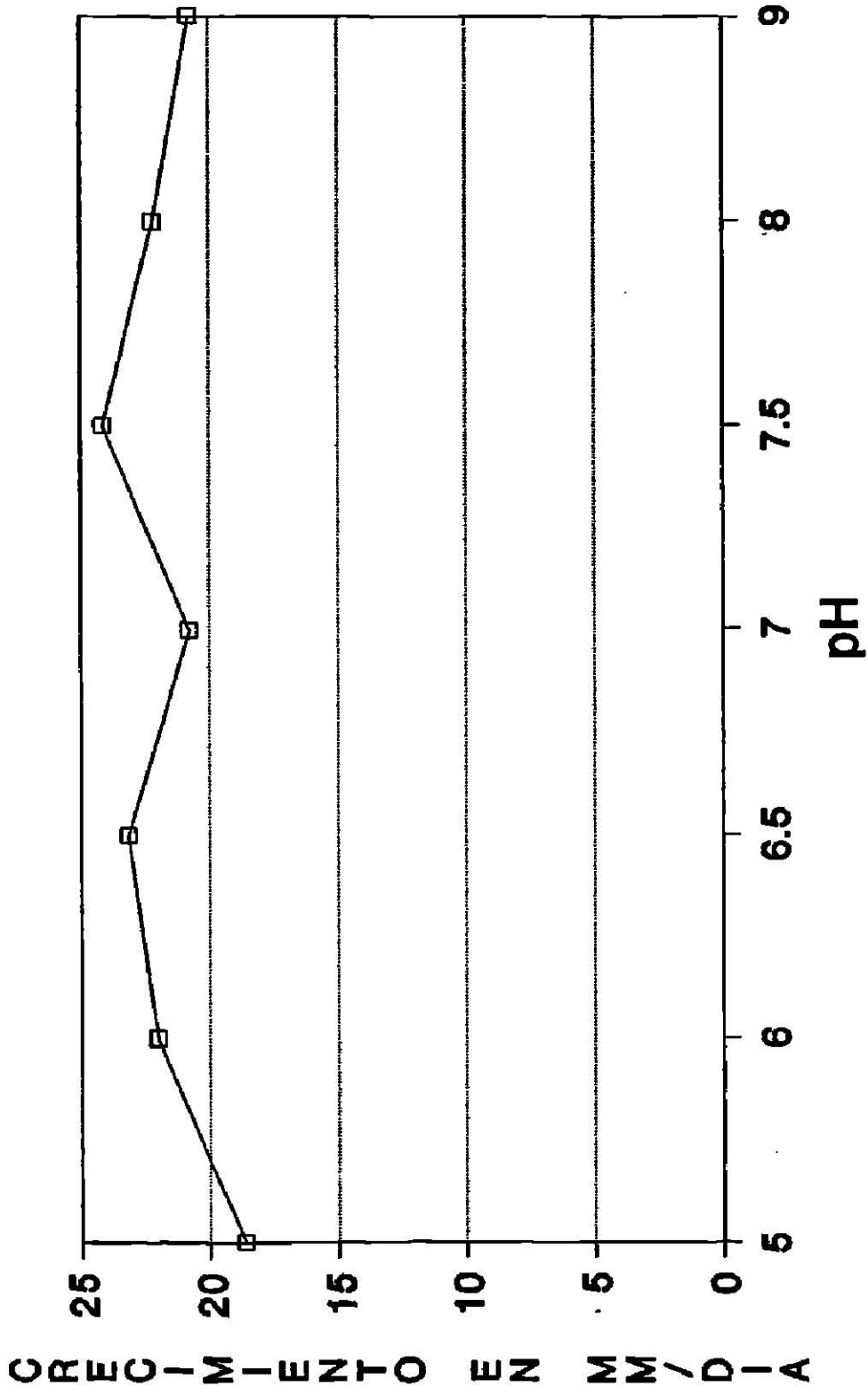
Figura # 3

Sin embargo al realizar un análisis estadístico de comparación de medias de varianza (ANOVA) y prueba de Duncan se observó que no hay diferencia significativa entre los pH ensayados. (Tabla 8).

La figura 4 muestra la velocidad de crecimiento lineal del hongo *V. volvacea* a los diferentes pH ensayados.

De las técnicas de cultivo utilizadas; la técnica de Mtz. Carrera-Chang (32); la mencionada por Chang (5) y la de la Provincia Rural de Hebei (5) no ofrecieron buenos resultados, esto es, no se logró la fructificación del hongo; solamente la técnica de la Villa Green Poplar en Condado Ping-Shan en la Provincia de Hebei dió buenos resultados, en dicha técnica durante la colonización del sustrato la temperatura de incubación se mantiene a 36°C en obscuridad, sin aereación y con una humedad relativa del 98%; la aparición de clamidosporas indica que el micelio está maduro y listo para fructificar. Entonces es pasado a una caja de acrílico donde se mantiene a una temperatura de 32 °C, una humedad relativa de 96%, suficiente aereación y luz solar hasta la aparición de las "cabezas de alfiler"; una vez que éstas parecen se aumenta el grado de aereación y la temperatura se mantiene a 30-32°C y la humedad relativa en 86% hasta lograr la fructificación. Los resultados obtenidos en las fructificaciones se indican en la tabla 9; la cual indica que la mayor fructificación obtenida fué de 46 gr y la menor de 14.4 gr. La cantidad de sustrato utilizado fue de 500 gr.

El ciclo de vida del hongo es de 15-18 días desde la inoculación hasta la fructificación. El rendimiento máximo obtenido fué de 42 gr (9.2% , relación peso fresco/peso seco del sustrato).



—□— A.M.  
Figura # 4



CUERPO FRUCTIFERO DE VOLVARIELLA VOLVACEA  
OBTENIDA EN LABORATORIO SOBRE PAJA DE TRIGO.

## DISCUSIONES.

La cepa estudiada de *Volvariella volvacea* presentó su mayor velocidad de crecimiento lineal de 26.8 mm/día en el medio de agar V-8 a un pH 7.0. La figura 5 muestra el crecimiento del hongo en los 4 medios de cultivo experimentados, nótese que a un pH 7 el hongo tiene su mayor velocidad de crecimiento en Agar V-8 y EMA; no así en Agar Manzana y Agar completo para *Volvariella* en donde el crecimiento fué a pH 7.5 y 5.0 respectivamente.

Ally y Barnett (1951), mencionan que para la mayoría de los hongos el pH óptimo se encuentra entre los valores 5 y 6; lo cual no coincide con los valores obtenidos para los medios de Agar V-8, Agar manzana y EMA, solamente el Medio de agar completo para *Volvariella* está dentro del rango establecido; sin embargo Chan y Giles (1989) indican que el micelio de *V. volvacea* crece mejor a un pH 7 en un rango de temperatura de 30 a 35 °C. Así mismo Chang (1972) establece un rango de pH para el desarrollo miceliar de 5.3 a 7.5 a 30°C, mencionando un pH 7.5 como óptimo.

En cuanto al desarrollo de la cepa en los medios de cultivo; los medios más adecuados para su crecimiento fueron Agar V-8 y EMA a una temperatura de 30°C y a un pH 7.0; El medio de Agar completo resultó ser no muy bueno para el desarrollo del hongo contrastando dichos resultados con Chang (1972) y Mtz. et. al. (1984) que mencionan que dicho medio es el recomendable para el desarrollo del hongo.



La técnica de cultivo utilizada ofreció buenos resultados ya que se obtuvo un rendimiento de 9.2% (relación peso fresco/peso seco x 100) comparado con el 15-18% obtenido con esta misma cepa (Hdz. Z. 1993. comunicación personal) a nivel comercial.

Cabe recalcar el hecho de que el rendimiento obtenido es aceptable, debido a que las condiciones en las cuales se desarrolló el presente trabajo difieren de las condiciones en las que se trabajó a nivel comercial y contaba con toda la infraestructura necesaria.

### CONCLUSIONES.

1. Los mejores medios de cultivo para el hongo *Volvariella volvacea* son el medios de Agar de jugo V-8 y Agar Extracto de Malta (EMA).

2. El rango de pH óptimo para el crecimiento micelial del hongo varía entre 5 y 7.0

3. La velocidad de crecimiento lineal máximo varía en un rango de 20.5 a 26.8 mm/día.

4. La temperatura óptima de colonización del sustrato por el micelio es de 36°C a obscuridad total.

5. La fase de crecimiento y fructificación de *Volvariella volvacea* es de 30 a 32°C con una humedad relativa de 86-90% con suficiente aereación y luz solar.

El ciclo de vida del hongo es de 15 a 18 días desde su inoculación hasta su fructificación.

7. La paja de trigo mezclada con cal al 3% es un sustrato recomendable para el cultivo del hongo *Volvariella volvacea*.

## MEDIOS DE CULTIVO.

### I. Extracto de Malta Agar (EMA).

Extracto de malta	25 gr.
Agar agar	15 gr.
Agua destilada	1000 ml.

Calentar hasta disolver y esterilizar a 121°C por 15 minutos.

### II. Medio Completo para *Volvariella*.

NaH <sub>2</sub> PO <sub>4</sub>	.46 gr.
Na <sub>2</sub> HPO <sub>4</sub>	1 gr.
MgSO <sub>4</sub>	.5 gr.
Glucosa o dextrosa	20 gr.
Agar agar	20 gr.
Agua destilada	1000 ml.

Se mezclan los componentes y se calenta hasta disolver. se esteriliza por 15 minutos a 121°C.

### III. Agar manzana (AM).

Agar completo mas 100 ml de compota de manzana por cada 1000 ml de agua destilada. Se mezca y se esteriliza a 121 °C por 15 minutos.

#### IV. Agar V-8.

Jugo V8	50 ml.
CaCO <sub>3</sub>	.2 gr.
Agar agar	20 gr.
Agua destilada	1000 ml.

Se mezcla y se esteriliza a 121°C por 15 minutos.

#### V. Papa Dextrosa Agar.

Trozo de papa	200 gr.
Dextrosa o glucosa	20 gr.
Agar agar	18 gr.
Agua destilada	1000 ml.

Hervir la papa en 500 ml de agua destilada. Disolver la dextrosa o glucosa en los restantes 500 ml de agua destilada. Filtrar el caldo de la papa y mezclarlo con la glucosa.

Esterilizar a 121 °C por 15 minutos.

Tabla # 1. Velocidades medias de crecimiento linear miceliar del hongo *Volvariella volvacea* en diferentes pH para el Medio de agar completo para *Volvariella*.

pH	Velocidad de crecimiento
5.0	9.71 mm/dia
6.0	7.93 mm/dia
6.5	7.43 mm/dia
7.0	8.4 mm/dia
7.5	6.87 mm/dia
8.0	7.25 mm/dia
9.0	7.40 mm/dia

Tabla # 2. Velocidades medias de crecimiento linear miceliar de *Volvariella volvacea* en diferentes pH para el medio de Agar Extracto de malta (EMA).

pH	Velocidad de crecimiento
5.0	16.71 mm/dia
6.0	19.65 mm/dia
6.5	16.12 mm/dia
7.0	20.50 mm/dia
7.5	14.59 mm/dia
8.0	13.37 mm/dia
9.0	16.66 mm/dia

Tabla # 3. Velocidades medias de crecimiento linear miceliar del hongo *Volvariella volvacea* en diferentes pH para el medio de agar completo suplementado con jugo V-8.

pH	Velocidad de crecimiento
5.0	23.06 mm/dia
6.0	23.75 mm/dia
6.5	26.18 mm/dia
7.0	26.81 mm/dia
7.5	23.62 mm/dia
8.0	23.93 mm/dia
9.0	25.50 mm/dia



Tabla # 4. Velocidades medias de crecimiento linear miceliar del hongo *Volvariella volvacea* en diferentes pH para el medio de agar completo suplementado con compota de manzana.

pH	Velocidad de crecimiento
5.0	18.62 mm/dia
6.0	22.0 mm/dia
6.5	23.12 mm/dia
7.0	20.75 mm/dia
7.5	24.12 mm/dia
8.0	22.18 mm/dia
9.0	20.75 mm/dia

Tabla # 5 Análisis de varianza y comprobación de medias por las prueba de Duncan para la selección del pH óptimo en el medio de agar completo para *Volvariella*.

Análisis de varianza por una vía.

F. de variación	gl	suma de cuadrados	cuadrado medio	F Cal.	F Prob.
Entre gpos.	6	87.7768	14.6295	1.8054	0.1050
Dentro del gpo.	105	850.8281	8.1031		
Total	111	938.6049			

F. de variación = Fuente de variación.  
 gl = grados de libertad.  
 F Cal. = Valor de la F calculada.  
 F Prob. = Valor de la F probabilística.

SUBGRUPOS DE HOMOGENIDAD OBTENIDOS POR EL METODO DE DIFERENCIAS DE MEDIDA DE DUNCAN.

Medias	pH	
6.8750	7.5	SUBGRUPO I
7.2500	8.0	
7.4063	9.0	
7.4375	6.5	
7.9375	6.0	SUBGRUPO II
8.4063	7.0	
9.7188	5.0	

Tabla 6. Análisis de varianza y comprobación de medias por las prueba de Duncan para la selección del pH óptimo en el medio de Extracto de malta agar.

Análisis de varianza por una vía.					
F. de variación	gl	suma de cuadrados	cuadrado medio	F Cal.	F Prob.
Entre gpos.	6	640.3036	106.717	1.6874	0.1313
Dentro del gpo.	105	6640.770	63.2454		
Total	111	7281.074			

F. de variación = Fuente de variación.  
 gl = grados de libertad.  
 F Cal. = Valor de la F calculada.  
 F Prob. = Valor de la F probabilística.

SUBGRUPOS DE HOMOGENIDAD OBTENIDOS POR EL METODO DE DIFERENCIAS DE MEDIDA DE DUNCAN.

Medias	pH	
13.3750	8.0	SUBGRUPO I
14.5900	7.5	
15.6875	9.0	
16.1250	6.5	
16.7188	5.0	
19.6563	6.0	SUBGRUPO II
20.5000	7.0	

Tabla # 7 Análisis de varianza y comprobación de medias por las prueba de Duncan para la selección del pH óptimo en el medio de agar completo suplementado con jugo V-8.

Análisis de varianza por una vía. - por grupo

F. de variación	gl	suma de cuadrados	cuadrado medio	F Cal.	F Prob.
Entre gpos.	6	199.1786	33.1964	1.219914	80.3020
Dentro del gpo.	105	2857.250	27.2119		8.1031
Total	111	3056.428			

F. de variación = Fuente de variación.

gl = grados de libertad.

F Cal. = Valor de la F calculada.

F Prob. = Valor de la F probabilística.

variación.

valor.

probabilística.

SUBGRUPO DE HOMOGENIDAD OBTENIDO POR EL METODO DE DIFERENCIAS DE MEDIA DE DUNCAN.

Medias	pH
23.0625	5.0
23.6250	7.5
23.7500	6.0
23.9375	8.0
25.3750	9.0
26.1875	6.5
26.8125	7.0

SUBGRUPO I

SUBGRUPO 2

Tabla # 7 Análisis de varianza y comprobación de medias por las prueba de Duncan para la selección del pH óptimo en el medio de agar completo suplementado con jugo V-8.

Análisis de varianza por una vía.

F. de variación	gl	suma de cuadrados	cuadrado medio	F Cal.	F Prob.
Entre gpos.	6	199.1786	33.1964	1.2199	0.3020
Dentro del gpo.	105	2857.250	27.2119		
Total	111	3056.428			

F. de variación = Fuente de variación.

gl = grados de libertad.

F Cal. = Valor de la F calculada.

F Prob. = Valor de la F probabilística.

SUBGRUPO DE HOMOGENIDAD OBTENIDO POR EL METODO DE DIFERENCIAS DE MEDIA DE DUNCAN.

Medias	pH	
23.0625	5.0	SUBGRUPO I
23.6250	7.5	
23.7500	6.0	
23.9375	8.0	
25.3750	9.0	
26.1875	6.5	
26.8125	7.0	

Tabla # 8 Análisis de varianza y comprobación de medias por las prueba de Duncan para la selección del pH óptimo en el medio de agar completo suplementado con compota de manzana.(A-M).

Análisis de varianza por una vía.

F. de variación	gl	suma de cuadrados	cuadrado medio	F Cal.	F Prob.
Entre gpos.	6	311.7321	51.9554	0.4818	0.8206
Dentro del gpo.	105	11321.687	107.8256		
Total	111	11633.419			

F. de variación = Fuente de variación.

gl = grados de libertad.

F Cal. = Valor de la F calculada.

F Prob. = Valor de la F probabilística.

SUBGRUPO DE HOMOGENIDAD OBTENIDO POR EL METODO DE DIFERENCIAS DE MEDIA DE DUNCAN.

Medias	pH	
18.6250	5.0	SUBGRUPO I
20.7500	7.0	
20.7500	9.0	
22.1875	8.0	
22.0000	6.0	
23.1250	6.5	
24.1250	7.5	

Tabla 9. Fructificaciones del hongo comestible *Volvariella volvacea* obtenidas bajo condiciones de laboratorio.

temperatura (°C)	Humedad relativa (%)	Peso fresco (gr)
32 - 34	86.0	22.3
34	86.0	19.5
31	89.5	46.0
32	96.0	14.4
28 - 30	80.0	30.0

## LITERATURA CITADA.

1. Bano, Z. y S. Rajarathnam, 1982. *Pleurotus* mushroom as nutritious food. En *The Biology and Cultivation of Edible Mushrooms*. ed. Chang, S.T. y Hayes W.A. New York: Academic Press.
2. Chang, S.T. 1972. *The Chinese Mushroom (Volvariella volvacea) Morphology, Cytology, Genetics, Nutrition and Cultivation*. The Chinese University of Hong Kong. 99 pp.
3. Chang, S.T. 1977. The Origin and early development of straw mushroom cultivation. *Econ. Bot.* 31:374-376. En "*The Biology and Cultivation of Edible Mushrooms*", Ed. Chang, S.T. y Hayes W.A. New York: Academic Press.
4. Chang, S.T. y W.A. Hayes, 1978. *The Biology and Cultivation of Edible Mushrooms*. New York: Academic Press
5. Chang, S.T. 1980. Nutritional value. En "*The Biology and Cultivation of Edible Mushrooms*", Ed. Chang, S.T. y Hayes W.A. New York: Academic Press.
6. Chang, S.T. y P.G. Miles. 1989. *Edible Mushrooms and their cultivation*. Boca Raton; Florida: CRC Press Inc.
7. Cheng, S. y Mok, S.H. 1971. Preliminary experiment of water



hyacinth used as a medium for the cultivation of the paddy straw mushroom. J. Hort. Soc. China 17:194-197. En The Biology and Cultivation of Edible Mushrooms. Ed. Chang, S.T. y Hayes W.A. New York:Academic Press.

8. Chua, S.E. y S.Y. Ho. 1973. Fruiting on sterile agar and cultivation of straw mushrooms (*Volvariella* species) on padi straw, banana leaves and sawdust. World Crops 25:90-91. En "The Biology and Cultivation of Edible Mushrooms", Ed. Chang, S.T. y Hayes W.A. New York:Academic Press.
9. Crisan, E.V. y A. Sands, 1978. Nutritional Value. En "The Biology and Cultivation of Edible Mushrooms", Ed. Chang, S.T. y Hayes, W.P. pp 137- 168. New York:Academic Press.
10. Deacon, J.W. 1988. Introducción a la Micología Moderna. Noriega Editores, ed. Limusa S.A. de C.V., Méx. D.F. 232 PP.
11. Flegler, S.L. 1981. A Method for production of *Volvariella bombycina* fruit bodies in culture. Mycologia 73:992-993.
12. Graham, K.M. 1974. Studies on the padi mushrooms (*Volvariella volvacea*). IV. Trials with different isolates in unfumigated and fumigated oil palm pericarp waste. Malay. Agric. Res. 3:113-118. En "The Biology and Cultivation of Edible Mushrooms", Ed. Chang, S.T. y Hayes

W.A. New York:Academic Press.

13. Graham,K.M. y Y.C. Yong. 1974. Studies on the pañi mushrooms (*Volvariella volvacea*).. II. Effect of bed depth on yield in oil palm pericarp waste. Malay. Agric. Res. 3:1-6. En "The Biology and Cultivation of Edible Mushrooms", Ed. Chang,S.T. y Hayes W.A. New York:Academic Press.
14. Guzmán,G. 1977. Identificación de los hongos comestibles, venenosos, alucinantes y destructores de la madera. Ed. Limusa, México, D.F. 123 pp.
15. Guzmán,G. y R.J. Hirata. 1982. Prespectivas sobre el cultivo de los hongos comestibles en los trópicos de México, resúmenes del 1er. Congreso Nacional de Micología, Xalapa, Ver. En Gaztón G. El uso de los hongos en Mesoamérica. 1984. Ciencia y desarrollo 59:17-27.
16. Guzmán,G. 1984. El Uso de los hongos en Mesoamérica. Ciencia y desarrollo 59:19-27.
17. Guzmán,G. y D. Martínez C., 1985. Planta productora de Hongos comestibles sobre pulpa de café. Ciencia y desarrollo 65;41-48.
18. Hayes,W.A. y N.G. Nair. 1975. Cultivation of other edible fungi.En The Filamentous Fungi. Volume 1. Industrial

Mycology by Edward Arnold publisher limited, 25 Hill Street, London. 237 pp.

19. Ho, M.S. 1972. Straw Mushrooms in plastic bags. En The Filamentous Fungi. Volume 1. Industrial Mycology by Edward Arnold publisher limited, 25 Hill Street, London 237 pp.
20. Información Agropecuaria y Forestal. 1983. Dirección General de Economía Agrícola, S.A.R.H., México, D.F. En Guzmán G. y D. Martínez. Planta productora de hongos comestibles sobre pulpa de café. Ciencia y desarrollo 65:41-48.
21. Kirk, T.K. y A. Fenn. 1982. "Formation and Action of the lignolytic system in basidiomycetes". En Guzmán G. y D. Mtz. Planta productora de plantas comestibles sobre pulpa de café. Ciencia y desarrollo 65:41-48.
22. Leal, H. 1981. Producción de hongos comestibles. En Biotecnología para el aprovechamiento de los desperdicios orgánicos, ed. A.G.T., Méx. D.F. pp 157-176. .
23. Leal, L.; H.R. Ramírez Carrillo y S. Leguizamo F. 1982. "Degradación de materiales lignocelulósicos por *Volvariella volvacea*. 1er. Congr. Nac. de Micol. (resúmenes), Xalapa, Veracruz. 78 pp. En Mtz. C.; R. Leben; P. Morales; M. Sobal y A. Larqué. Historia del

Cultivo comercial de hongos comestibles en México.  
Ciencia y Desarrollo 96:33-43.

24. Leal, L.H. 1991. Importancia de los Hongos Comestibles. Curso de Biotecnología Alimentaria. Programa Universitario de Alimentos, México, D.F.
25. Leguizamo, F.S. y R. Ramírez C. 1984. Degradación de materiales lignocelulósicos por *Volvariella volvacea*. Tesis profesional, Universidad Motolina, México. 137 pp. En Mtz. C ; R. Leben; P. Morales; M. Sobal y A. Larqué. Historia del Cultivo comercial de hongos comestibles en México. Ciencia y Desarrollo 96:33-45.
26. Li, Y.Y.; L. Wang; Q.Y. Jia y Y. Wu. 1988. A Study on the cultivation of straw mushrooms with wheat straw. MUSH.J. Tropics 8:67-72.
27. Mahmoud, B.H. y M.H. El-Kattan. 1988. Edible oyster mushrooms cultivation on rice straw. MUSH.J. Tropics 9:37-42.
28. Mata, G. y D. Martínez C. 1988. Estimación de la producción anual de residuos agroindustriales potencialmente utilizables para el cultivo de hongos comestibles en México. 3er. Congr. Nac. Mic. (resúmenes), Cd. Victoria, Tamaulipas. pag. 23.

29. Martínez, D.; M. Quiriarte; C. Soto; D. Salomones y G. Guzmán. 1984. Perspectivas sobre el cultivo de hongos comestibles en residuos agroindustriales en México. Bol. Soc. Mex. Mic. 19:207-219.
30. Martínez, C.; C. Soto; P. Morales y G. Guzmán. 1985. "El cultivo de los hongos comestibles". Ciencia 39:217-221. En Mtz. C; R. Leben; P. Morales; M. Sobal y A. Larqué. Historia del cultivo de hongos comestibles en México. Ciencia y Desarrollo 96:33-45.
31. Martínez, C. 1989. "Past and Future of Edible Mushroom Cultivation in Tropical America". Mushroom Science 1:795-805. En Mtz. C; P. Morales; R. Leben; M. Sobal y A. Larqué. Historia del Cultivo Comercial de hongos Comestibles en México. Ciencia y desarrollo 96:33-43.
32. Martínez, C.D.; S.T. Chang, y S.N. Molk. 1985. Cultivo del hongo comestible *Volvariella volvacea* en tres diferentes substratos en Hong Kong. Revista Mexicana de Micología 1:227-238.
33. Martínez, C. y S.A. Larqué . 1990. Biotecnología en la producción de hongos comestibles. Ciencia y Desarrollo 95:53-64.
34. Naidu, N.R. 1971. Cultivation of paddy straw mushroom

*Volvariella volvacea* (Fr.)Sing. using oil palm bunch waste as a medium. The planter 47:190-193. En The Biology and Cultivation of Edible Mushrooms.Ed. Chang,S.T. y Hayes W.A. New York:Academic Press.

35. Rodriguez,A.J. 1991. El cultivo de hongos comestibles: una opción para el aprovechamiento de los desperdicios agrícolas. Investigación hoy. Boletín Mensual de Comunicación Tecnológica y Científica. I.P.N. 19:8-11
36. San Antonio,J.P. y C. Jr. Fordyce. 1972. Cultivation of the Paddy Straw Mushroom, *Volvariella volvacea* (Bull. ex. Fr.)Singer. HortScience 7:461-464.
37. Singer,R. 1961. Mushrooms and truffles. Interscience Publ.,Inc. N.Y. 272 pp.
38. Smitt,J.E. y D.R. Berry. 1975. The Filamentous Fungi. Volume 1. Industrial Mycology by Edward Arnold (publishers) limited, 25 Hill Street, London. 275 pp.
39. Stamets,P. y J.S. Chilton. 1983. The Mushrooms Cultivator.A practical guide to growing Mushrooms at home.Agarikon Press Olympia, Washington. 415 pp.
40. Trinci,A.P.J. 1969. A Kinetic Study of the Growth of *Aspergillus nidulans* and other fungi. J. Gen. Microbiol.

57:11-24.

41. Vela,R.M. y D.Mtz. C. 1989. "Cultivation of *Volvariella bakeri* and *Volvariella volvacea* un Mexico: A comparative Study", Mushroom Journal for the Tropics 9:99-108. En Mtz. C; R. Leben; P. Morales; M. Sobal y A. Larqué. Historia del cultivo comercial de hongos comestibles en México.
42. Villareal,L. y J. Pérez Moreno. 1989. "Los hongos silvestres en México, un enfoque integral". Micología Neotropical Aplicada 2:77-114. En Mtz. C. y A. Larqué S. Biotecnología en la producción de hongos comestibles. 1990. Ciencia y desarrollo 95:53-64.
43. Viniegra,G. 1981. Consideraciones Económicas sobre el aprovechamiento de los desperdicios Agrícolas, Ganaderos y Agroindustriales. En Biotecnología para el aprovechamiento de los desperdicios orgánicos.AGT Editor,S.A. México, D.F. pag.19-21.
44. Wade,L. 1970. Top banana-mushroom boom. Singapore Trade Ind. Apr. pp 70-71; see Trop. Abstr. U222. En "The Biology and Cultivation of Edible Mushrooms", Ed. Chang,S.T. y Hayes W.A. New York:Academic Press.
45. Yau,C.K. y S.T. Chang. 1972. Cotton waste for indoor

cultivation of straw mushroom. *World Crops* 24:302-302. En "The Biology and Cultivation of Edible Mushrooms", Ed. Chang, S.T. y Hayes W.A. New York:Academic Press.

46. Yong, Y.C. y K.M. Graham. 1973. Studies on the padi mushrooms (*Volvariella volvacea*). I. Use of oil palm pericarp waste as an alternative substrate. *Malay. Agric. Res.* 2:15-22. En "The Biology and Cultivation of Edible Mushrooms", Ed. Chang, S.T. y Hayes W.A. New York:Academic Press.
47. Yong, Y.C. y K.M. Graham. 1984. Studies on the padi mushrooms (*Volvariella volvacea*). III. Effect of urea on mycelial developmen and upon yield in oil palm pericarp waste. *Malay. Agric. Res.* 3:7-11. En "The Biology and Cultivation of Edible Mushrooms", Ed. Chang, S.T. y Hayes W.A. New York:Academic Press.



