

**UNIVERSIDAD AUTÓNOMA AGRARIA**  
**ANTONIO NARRO**  
**DIVISIÓN DE AGRONOMIA**



Manejo holístico en la producción de hongos comestibles (*Pleurotus ostreatus*) en el semidesierto.

**Por:**

**CARLOS ANTONIO LÓPEZ PÉREZ**

**TESIS**

Presentada como Requisito Parcial para Obtener el Título de:  
Ingeniero en Agrobiología

Buenavista, Saltillo, Coahuila, México Junio de 2011

# UNIVERSIDAD AUTÓNOMA AGRARIA

## ANTONIO NARRO

### DIVISIÓN DE AGRONOMIA

Manejo holístico en la producción de hongos comestibles (*Pleurotus ostreatus*) en el semidesierto.

#### TESIS

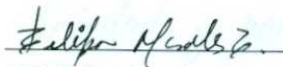
Presentada por:

**CARLOS ANTONIO LÓPEZ PÉREZ**

Que se somete a consideración del H. Jurado Examinador  
como requisito parcial para obtener el título de:

**Ingeniero en Agrobiología**

Aprobado por



MC. Felipa Morales Luna

Asesor Principal



MC. Sofía Compáran Sánchez

Asesor



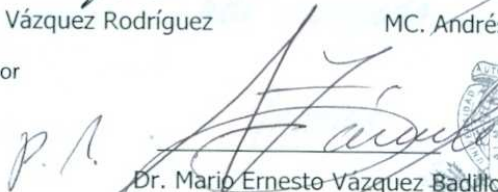
MC. Martha Vázquez Rodríguez

Asesor



MC. Andrés Rodríguez Gámez

Asesor



Dr. Mario Ernesto Vázquez Badillo

Coordinador de la División de Agronomía

Coordinación  
de Agronomía

Saltillo, Coahuila, México Junio de 2011

# *Agradecimientos*

***Para mis Padres:***

**Antonio López Espitia y Ana María Pérez Ramírez.**

*Como una muestra de mi cariño y agradecimiento, por todo el amor y el apoyo brindado y porque hoy veo llegar a su fin una de las metas de mi vida, les agradezco por darme la vida y la orientación que siempre me han otorgado.*

*Gracias.*

***Pensamientos e ideas para compartir:***

El punto principal es elevarse por encima del problema de la vida y de la muerte, de la sensación de temor y aprensión.

El valor de una cosa depende de la forma en que se aborda mentalmente, y no de la cosa en sí misma.

Solamente por medio de la ayuda y las concesiones mutuas un organismo que agrupe individuos en número grande o pequeño, puede encontrar su plena armonía y realizar serios progresos.

La salud de la vida, depende del juego armonioso de nuestros instintos.

*JIGORO KANO.*

*Sé impecable con tus palabras.*

*No te tomes nada personalmente.*

*No hagas suposiciones.*

*Haz siempre tu máximo esfuerzo.*

*Al Círculo de Fuego; los que ya se han ido, los que están presentes y los que aún tienen que llegar.*

<b>INDICE DE CONTENIDO</b>	<b>pág.</b>
Resumen	XII
<i>Agradecimientos</i>	III
I.- Introducción	1
II.-Objetivos	4
2.1.- General	4
2.2.-Específicos	4
III.-Hipótesis	5
VI.- Revisión de literatura	6
VI.I.- El cultivo de hongos	6
4.1.1.-Historia de los hongos	6
4.1.2.-Definición de hongos y setas	8
4.1.3.-Morfología del Hongo seta	8
4.1.3.1.-La cutícula	9
4.1.3.2.-El sombrero o píleo	9
4.1.3.3.-El himenio	10
4.1.3.4.-El pie	10
4.1.3.5.-El anillo	11
4.1.3.6.-La volva	11
4.1.4.-Biología de <i>Pleurotus ostreatus</i>	11
4.1.4.1.-Descripción botánica	11
4.1.5.-Taxonomía de <i>Pleurotus ostreatus</i> según Romero (1993)	13
4.1.6.-Ciclo de reproductivo de <i>Pleurotus ostreatus</i>	14

4.1.7.-Forma de alimentación de un hongo	14
4.1.8.-Ciclo de vida de un hongo	15
4.1.9.-Estructura de <i>Pleurotus ostreatus</i>	15
4.1.10.-Habitad natural de <i>Pleurotus ostreatus</i>	16
4.1.11.-Factores de crecimiento	16
4.1.12.-Importancia de los hongos	16
4.1.12.1.-Importancia medicinal	16
4.1.12.2.-Importancia ecológica	17
4.1.12.2.1.-Hongos simbióticos	19
4.1.12.2.2.-Hongos saprofitos	20
4.1.12.2.3.-Hongos parásitos	20
4.1.12.3.-Importancia económica	21
4.1.12.4.-Importancia cultural	22
4.1.13.-Propiedades nutricionales del <i>Pleurotus ostreatus</i>	25
4.1.14.-Composición química del <i>Pleurotus ostreatus</i>	26
4.1.14.1.-Proteínas	26
4.1.14.2.-Carbohidratos	26
4.1.14.3.-Lípidos	26
4.1.14.4.-Vitaminas	27
4.1.14.5.-Minerales	27
4.1.15.-Producción de Hongos comestibles	28
4.1.15.1.-Producción de hongos en México y el mundo	28
4.1.15.2.-Localización de la producción de hongos en el país	32
4.1.15.3.-Importancia de <i>Pleurotus ostreatus</i> en el mercado	32
4.1.16.-Plagas y enfermedades	33
4.1.16.1.-Plagas del <i>Pleurotus ostreatus</i>	33
4.1.16.2.-Enfermedades del <i>Pleurotus ostreatus</i>	35
4.1.16.3.-Anomalías no parasitarias	37
4.1.16.3.1.-Falta de luz	37

4.1.16.3.2.-Exceso de CO <sub>2</sub>	38
4.1.16.3.3.-Estrés térmico	38
4.1.16.3.4.-El pH	39
4.1.16.3.5.-Contenido de agua	39
4.1.16.3.5.-Efectos de gases y plaguicidas	39
4.1.17.-Sustratos para el cultivo de hongos	39
4.1.18.-Sustratos utilizados en México en el cultivo de <i>Pleurotus ostreatus spp.</i>	40
4.1.19.-Eficiencia biológica	42
4.1.20.-Cultivo de hongos en el semidesierto	43
4.1.21.- <i>Yucca filifera</i>	45
4.1.21.1.- Taxonomía	45
<b>IV.II.- Holismo</b>	45
4.2.1.- Enfoque Holístico	45
<b>IV.III.-La producción de carne fomenta el hambre en el mundo</b>	48
4.3.1 Problemas ocasionados por el consumo de carne y otros derivados animales	48
<b>V.-Materiales y Métodos</b>	53
5.1.-Descripción de sitio	53
5.2.-Características climáticas	53
5.3.-Procedimiento	53
5.4.-Diseño experimental	59
5.5.- Variables independientes	60
5.6.- Variables dependientes	60
5.7.- Manejo holístico	61
5.7.1.- Elementos que conforman los distintos factores (complejidad y supresividad) a evaluar en la producción de hogos en el semidesierto	63

5.7.1.1.- Factor sustrato (g)	63
5.7.1.2.- Factor Agua (ml)	63
5.7.1.3.- Factor económico y social (\$)	63
5.7.1.4.- Factor tiempo (Días)	63
5.7.1.5.- Producto (+)	63
5.8.- Calendario de actividades	64

<b>VI.-Resultados y Discusión</b>	<b>65</b>
6.5.1.- Análisis de varianza y comparación de medias del peso fresco	67
6.5.2.- Análisis de la eficiencia biológica	69
6.5.3.- Análisis de varianza y comparación de medias del diámetro del sombrero, longitud de pie y diámetro de pie	70
6.5.4.- Elementos que conforman los distintos factores (complejidad y supresividad) a evaluar en la producción de hongos en el semidesierto	74
6.5.4.- Factor sustrato (g)	74
6.5.4.1.- Cantidad de agua necesaria para producir el sustrato	74
6.5.4.1.1.- Trigo	74
6.5.4.1.2.- Yucca	76
6.5.4.1.3.-Sintesis	76
6.5.4.2.- Cantidad y tipo de sustrato disponible	77
6.5.5.- Factor Agua (ml)	78
6.5.5.1.- Cantidad de agua utilizada para producir los hongos	78
6.5.5.2.- Calidad del agua utilizada para producir los hongos	78
6.6.- Factor económico y social (\$)	78
6.6.1.- Infraestructura	78
6.6.2.- Mano de obra (edad y sexo)	79
6.6.3.- Inversión inicial	80
6.7.- Factor tiempo (Días)	80
6.7.1.- Fase vegetativa	80



6.7.2.- Fase reproductiva	81
6.8.- Producto (+)	82
6.8.1.- Peso fresco	82
6.8.2.- Eficiencia biológica	82
6.8.3.- Precio	83
6.9.5.- Comparación del sistema de producción de hongos vs el sistema de producción de carne	83
<b>VIII. – Conclusión</b>	<b>90</b>
<b>IX.- Literatura citada</b>	<b>91</b>
<b>X.-ANEXOS</b>	<b>98</b>
10.1.- Programa de manejo integro de la <i>Yucca filifera</i>	98
10.2.- Análisis de mercado y recomendaciones para la producción de hongos comestibles ( <i>Pleurotus Ostreatus</i> )	105

## INDECE DE FIGURAS

Figura 1.-Partes que componen un hongo	9
Figura 2. Asociación simbiótica entre una planta y un hongo	19
Figura 3.- de un hongo saprofito alimentándose de hojas muertas	20
Figura 4.- Desarrollo de la complejidad y supresividad en el sistema de producción de hongos ( <i>Pleurotus ostreatus</i> )	62
Figura 5.-Comportamiento y comparación de las medias del peso fresco	68
Figura 6.- Comportamiento y comparación de las medias del diámetro del sombrero, a lo largo de los cuatro muestreos realizados en el ciclo productivo del cultivo de <i>Pleurotus ostreatus</i>	72
Figura 7.- Comportamiento y comparación de las medias de la longitud del pie de <i>Pleurotus ostreatus</i> , en los cuatro muestreos realizados a lo largo del ciclo productivo de este hongo en sus cuatro tratamientos	73
Figura 8.- Comportamiento y comparación de las medias del diámetro del pie de <i>Pleurotus ostreatus</i> , en los cuatro muestreos realizados a lo largo del ciclo productivo de este hongo en sus cuatro tratamientos	73
Figura 9.- Bolsa con sustrato y micelio de <i>Pleurotus ostreatus</i> en desarrollo	80
Figura 10.- Acercamiento a <i>Pleurotus ostreatus</i> en su etapa de crecimiento	81
Figura 11.- Bolsa con <i>Pleurotus ostreatus</i> antes de la cosecha	81
Figura 12.- <i>Pleurotus ostreatus</i> después de la cosecha en su máximo de desarrollo	82
Figura 13.- Hongos de gran tamaño, <i>Pleurotus</i> es una especie capas de alcanzar un tamaño de 25 a 30 cm	83

## **INDICE DE CUADROS**

Cuadro 1. Cantidad estimada de agua requerida para producir 1 kg de hongos comestibles empleando tecnologías rústicas, en comparación con otros alimentos y forrajes	22
Cuadro 2.- Composición de aminoácidos esenciales, vitaminas y minerales de <i>Pleurotus ostreatus</i> mg/100 g de peso seco	27
Cuadro 3.- se aprecia el comportamiento de la producción mundial de hongos comestibles en diferentes años	29
Cuadro N. 4 se puede apreciar a los países que consumen más hongos en el mundo	30
Cuadro 5.- se puede apreciar los países con mayor producción de hongos comestibles	31
Cuadro 6.- Se aprecia la distribución la distribución de cada tratamiento para cada bloque	60
Cuadro 6.1.- Pesos frescos obtenidos en los cuatro muestreos (g)	65
Cuadro 6.2.- Diámetro del sombrero (cm)	65
Cuadro 6.3.-Diámetro de pie (cm)	66
Cuadro 6.4.-Lomgitud de pie (cm)	66

## Resumen:

Se evaluó el uso de tallo, hoja y raíz de *Yucca filifera* como sustrato para producir hongos comestibles (*Pleurotus ostreatus*), en el semidesierto con un manejo holístico en el cual, se consideraron factores de complejidad y supresividad en el sistema de producción de los hongos. El experimento se realizó en el laboratorio de Agroindustrias del Departamento de Fitomejoramiento, de la Universidad Autónoma Agraria Antonio Narro, Calzada Antonio Narro # 1923, Saltillo, Coahuila, México, C.P 25315, del 14 de Abril al 02 de junio del 2010. Se utilizó un diseño de bloques completos al azar, (T3, T2, T4, T1), con cinco repeticiones. T1: testigo (200 gr de paja de trigo), T2: 200 gr de tallo de Yucca, T3: 200 gr de hoja de Yucca y T4: 200 gr de raíz de Yucca. Las variables que se evaluaron son: a).- Diámetro de sombrero, b) Diámetro del pie, c).- Longitud del pie, d) Eficiencia biológica y e).- Peso fresco. Se realizaron cuatro muestreos los días: 11,15 y 22 de Mayo y 02 de Junio. El análisis de varianza y comparación de medias mostró diferencias altamente significativas ( $p=0.01$ ) en el peso fresco, el tratamiento testigo presentó una tasa de producción de 13.99% a los 28 días después de la siembra, comparado con los tratamientos de tallo y hoja, que presentaron una tendencia similar con 13.81% y 13.56% en el mismo tiempo. Se logró utilizar la *Yucca filifera*, como sustrato para producir hongos comestibles en el semidesierto, mediante un manejo holístico, que en comparación con el testigo obtuvo mejores resultados, en peso fresco y eficiencia biológica.

Palabras clave: Hongo, sustrato, Holístico, tallo, hoja, raíz.

## **I.- Introducción:**

De acuerdo con el informe del proyecto hambre, de la ONU, cada segundo muere en el planeta una persona por causa del hambre. Lo dramático es que el 70% de estas víctimas son niños menores de 5 años. Ellos nacen condenados a la muerte. La avaricia y el deseo de enriquecimiento de los que sustentan el poder les niega la oportunidad de vivir (FAO, 2004).

Entre los días 13 y 17 de noviembre de 1996 se realizó, en Roma, la cumbre Mundial sobre la Alimentación, ciento ochenta y cinco países enviaron a sus mandatarios, ellos se propusieron acabar con el hambre hasta el año 2015. A pocos años de la fecha límite, el hambre no se ha reducido; Ha aumentado (Bullón, 2009).

La mayoría de las muertes por hambre se deben a la desnutrición crónica. Las familias sencillamente no consiguen, el alimento necesario para la subsistencia. La FAO estima que por lo menos, 820 millones de seres humanos sufren el hambre y la desnutrición en el mundo (FAO, 2002).

El actual crecimiento no sustentable provocará conflictos y violencias, aunque a ello se le deba anteponer que "no hay mayor violencia que dejar morir de hambre a un ser humano". Por supuesto que la situación no es simple, pero no será con controles de natalidad, ni con bombas y fusiles como lo hacen los imperios, ni mucho menos a través de las múltiples reacciones de la naturaleza con que se solucionará el supuesto ingente problema de superpoblación.,

Supuesto por que solo en las grandes ciudades existe verdaderamente el problema de explosión demográfica, mientras que los países pobres y en especial las zonas campesinas están despoblados (FAO, 2002).

Si consumimos alimentos que para su producción utilizan métodos que agotan el suelo, somos por lo tanto, responsables de la perdida del suelo. Si en vez de esto, cultivamos nuestros propios alimentos, o consumimos alimentos que se producen de una manera responsable, estamos contribuyendo a sanar la tierra y sus suelos (Jeavons, 2002).

La diferencia esta en nuestras elecciones diarias de alimento, podemos elegir alimentarnos mientras aumentamos la vitalidad del planeta, con nuestros esfuerzos podemos preservar los recursos, respirar un aire mas limpio, disfrutar del buen ejercicio y comer alimentos mas sanos (Jeavons, 2002).

En México, es bien sabido de la problemática en la que se encuentra inmerso el país, en la que enfrenta problemas complejos de producción, manejo, conservación, abasto y comercialización de los alimentos. Lo que ha provocado una creciente importación de productos básicos, que han ocasionado una severa crisis en el campo y en las comunidades campesinas, por lo tanto, es necesario resolver estos problemas de una manera diferente a la reduccionista impuesta por el capitalismo, en la que se intenta aislar el problema para solucionarlo, contrario al enfoque holístico que nos dice: *Que nada se puede considerar desde un punto de vista aislado, todo está relacionado con todo, no se deben intentar resolver los problemas agrícolas separados de la educación, la salud, la nutrición, el consumismo, la crisis políticas, la religión, la ecológica, la sobrepoblación y demás* (Caballero et al., 1994).

El país se encuentra inmerso en un proyecto económico que prevé un acelerado proceso de industrialización y modernización en todos sus ámbitos. La población que habita en las zonas rurales, se enfrenta al difícil reto de adaptarse a las nuevas condiciones culturales y socioeconómicas, o quedar en estado de mayor marginación y rezago (Martínez *et al.*, 1990).

La producción de hongos comestibles constituye una muy buena alternativa ante la escasez de alimentos y trabajo en las zonas rurales, dicha producción es mediante técnicas sencillas que permite que los campesinos puedan producir a nivel familiar, en pequeños y medianos grupos. Por un lado se resuelve de manera directa el problema alimenticio y de manera indirecta se obtienen ingresos familiares al vender este producto sin intermediarios. (Martínez *et al.*, 1990).

En este sentido, no se afectan los valores culturales, ni las principales actividades de la vida campesina, tampoco se deteriora el medio ambiente y además permite la participación de la mujer en el proceso productivo (Martínez *et al.*, 1990).

## **II.-Objetivos**

- **2.1.- General:**

2.1.1.-Determinar si la *Yucca filifera* (tolla, hoja y raíz) es una buena alternativa para la producción de hongos comestibles (*Pleurotus ostreatus*) en el semidesierto.

- **2.2.-Específicos:**

2.2.1.-Evaluar la producción de hongos (*Pleurotus ostreatus*) en peso fresco y eficiencia biológica utilizando como sustrato *Yucca filifera*.

2.2.2.- Identificar y evaluar los factores que intervienen en el proceso productivo de los hongos, mediante un enfoque holístico.



### **III.-Hipótesis:**

**H<sub>0</sub>:** No hay una diferencia significativa en el rendimiento de los hongos con el uso de la *Yucca filifera* como sustrato.

**H<sub>a</sub>:** Al menos uno de los sustratos de *Yucca filifera* será significativamente bueno para la producción de hongos (*Pleurotus ostreatus*).

# **VI.- Revisión de Literatura.**

## **VI.I.- El cultivo de hongos.**

### **4.1.1.-Historia de los hongos:**

Desde tiempos inmemoriales, los hongos han despertado nuestro interés no solo por su diversidad de formas y colores, o por su repentina y misteriosa forma de manifestarse en el campo, sino también por otras importantes razones como su amplia gama de propiedades, desde venenosas a beneficiosas; y por deliciosas razones culinarias más (Gea *et al.*, 1997).

Los hongos integran uno de los reinos más diversos de la naturaleza, su papel como descomponedores en el ecosistema se manifiesta en el ciclo del carbono, concretamente en la biodegradación y reciclaje de la lignina. Este polímero es uno de los principales componentes de los tejidos vegetales, es tan abundante que su producción se ha estimado en  $20 \times 10^9$  toneladas anuales, constituyendo así cerca de una quinta parte de la biomasa producida en el planeta tierra. (Rodríguez, 1993).

Se calcula que existen cerca de 25,000 especies de hongos, entre las que pueden encontrarse variedades micro y macroscópicas. Estos organismos están constituidos por una fase vegetativa (micelio) y otra reproductora (cuerpo fructífero) (Quintero, 1987).

Los hongos macroscópicos conforman un enorme grupo de más o menos 10,000 especies que producen cuerpos fructíferos de diferente color, forma y tamaño, los cuales pueden ser comestibles o no comestibles, existen especies micorrízicas (asociadas simbióticamente a las raíces de los árboles), parásitas o saprofitas que son degradadoras de la materia orgánica. (*Gastón, 1986*).

El cultivo de los hongos comestibles, comenzó en Francia a mediados del siglo XVI, cuando productores de melones observan que el champiñón (*Agaricus bisporus*) se desarrollaba sobre la composta usada procedente de las camas calientes del cultivo de melón y que nacían más frecuentemente cuando regaban previamente el estiércol con el agua utilizada para lavar los hongos (Vedder, 1991).

Existen especies de hongos comestibles como *Armillaria mellea* y *Armillariella polymyces* que son especies parásitas que atacan y pudren las raíces de los encinos, los almendros y los cítricos; otras especies comestibles correspondientes a los géneros *Pleurotus* y *Lentinus* que destruyen la madera y abundan en los troncos húmedos tirados en el bosque o en los aserraderos y madererías (Villareal, 1994).

En América Latina y especialmente en México, el cultivo de hongos se encuentra muy poco desarrollado a pesar de la potencialidad que existe para cultivar hongos, que se desarrollan en forma silvestre en las regiones boscosas, crecen alrededor de 200 especies de hongos comestibles, las cuales se desarrollan cada año de manera abundante en la época de lluvias. (Villaseñor, 1997).

#### **4.1.2.-Definición de hongos y setas.**

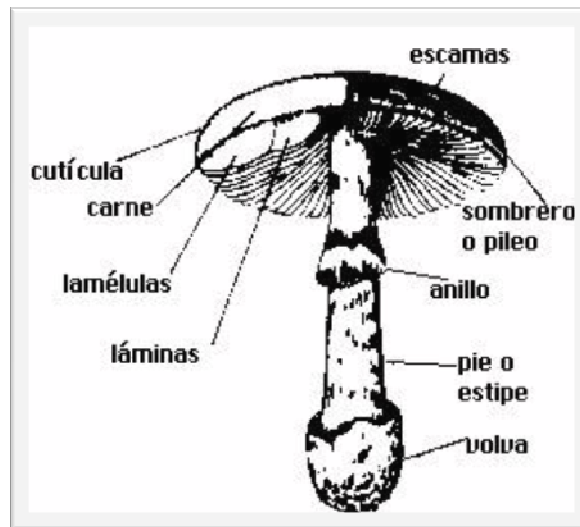
Los hongos son organismos microscópicos o macroscópicos, que habitan en varios materiales orgánicos, los cuales descomponen para así alimentarse (Guzmán, 1980). Estos organismos carecen de clorofila, de soma o cuerpo verdadero, generalmente filamentoso, provisto de paredes celulares y núcleos verdaderos y reproducción por medio de esporas. No pueden elaborar sus propios alimentos orgánicos como azúcares, almidones, proteínas y grasas, por tal razón deben vivir en residuos vegetales o animales en forma saprofita, parasita o simbiótica (Romero, 1993) y están formados por numerosos hilos finísimos cuyo conjunto se denomina micelio. Las setas son la parte externa de ciertos hongos que crecen en diversos ambientes (tierra, arboles, residuos, etc.) (García, 2003).

En el momento en que la humedad y la temperatura son las adecuadas, en ciertas partes del micelio se forman unos grumos o apilamientos que van aumentando de tamaño, asoman al exterior y se convierten en las conocidas setas, cuya misión es la reproducción de la especie (García, 2003).

#### **4.1.3.-Morfología del Hongo seta:**

(Guzmán, 1980). Señala que el origen de un hongo es a partir del micelio subterráneo en donde se forma una masa esférica llamado primordio, el cual al romperse por la presión interior, deja salir el sombrero y parte superior del pie de la seta, para finalmente, al término del desarrollo, dar lugar a una seta cuyas partes son: sombrero, escamas, cutícula, himenio, pie o estilete, anillo y volva.

Figura 1.-Partes que componen un hongo.



**Figura 1.-** Partes principales de una Seta adulta. Fuente: Guzmán 1980.

#### **4.1.3.1.-La cutícula:**

Es una membrana exterior que cubre el sombrero y pie. Esta formada por capas de células filamentosas y puede o no tener sustancias colorantes almacenadas que son las que le dan esa viveza de colores tan espectacular en algunas setas. Estos pigmentos son fácilmente degradados por la acción de la luz o arrastrados por el agua. La cutícula puede ser lisa, rugosa, seca o viscosa, esta fuertemente adherida al sombrero o es fácilmente separable, puede tener estrías, surcos círculos concéntricos, escamosos (Diego, 1979).

#### **4.1.3.2.-El sombrero o píleo:**

Es la parte mas ancha de la seta, situada encima del pie, presentando diversas formas como: esférico en el caso del género *Bovista*, acopados en *Aleuria*, cónicos en *Conocybe*, acampanados en *Panaeolus*, mamelonados en *Melanoleuca*; hemisféricos en *Stripharia*, convexos en *Amanita*, aplanados en *Legistanuda* y embudados en *Cantharellus* (Diego, 1979).

#### **4.1.3.3.-El himenio:**

Se le denomina himenóforo a la zona donde se encuentran localizadas las esporas de origen sexual, sus características son importantes en la identificación. El mas simple puede ser liso como en *peziza*, formando pliegues como en *Cantharellus*; en laminas como en *Agaricales*, en púas o agujones como en *Sarcodón*, en tubos como en *Boletus* (Perala, 1973).

El himenio se localiza frecuente en la parte inferior del carpóforo y adopta formas muy concretas, que permitan la libre caída de las esporas, a la vez que ofrece la mayor superficie en el menor espacio. Tales formaciones pueden ser laminillas radiales, tabiques laberintiformes, tubitos paralelos, tubitos paralelos abiertos por abajo, simples poros o alveolos, agujones carnosos, etc. (García, 1976).

#### **4.1.3.4.-El pie:**

El pie es la parte de la seta que sostiene al sombrero, suele ser corto, ligeramente duro, blanco, con el principio de las laminillas en la parte de arriba y algo peloso en la base. Su inserción suele ser algo lateral y su dirección algo oblicua. Tanto su forma como su longitud, dependen mucho de la situación del hongo. Si crecen varios juntos, formando repisas laterales superpuestas, los pies están unidos unos a otros, son cortos y están cerca de un lado del borde de los sombreros que suelen tener forma de abanico o riñón. Pero si crecen aislados, sobre una superficie horizontal, o si hay demasiada humedad, el pie puede ser largo, central y el sombrero circular (García, 2003).

#### **4.1.3.5.-El anillo:**

Es la parte residual procedente del "velo interno", también llamado velo parcial, este velo se sitúa debajo del sombrero y se presenta en la mayoría de las veces, como una fina película que cubre el himeneo en los ejemplares jóvenes (Diego, 1979). En la especie *Boletus flavus*, al romperse la unión entre el borde del sombrero y el pie, el borde del sombrero es el que deja parte sobre el pie, dando lugar a un anillo. En *Lentinus tigrinus* el anillo tiene su origen en los tejidos del pie, mientras que en *Boletus flavus* el anillo tiene su origen en los tejidos del borde del sombrero (Lizan, 1967).

#### **4.1.3.6.-La volva:**

Es el velo que cubre al inicio del desarrollo fructífero al hongo, en la mayoría de las especies, rompiéndose para dejar pasar el sombrero, al romperse pueden pasar dos cosas; que desaparezca o que queden restos al pié, por lo tanto el saco o la funda que envuelve a la base del pie, recibe el nombre de volva. (Lizan, 1967).

#### **4.1.4.-Biología de *Pleurotus ostreatus*.**

##### **4.1.4.1.-Descripción botánica:**

*Pleurotus ostreatus* es una seta bastante variable. Su sombrerillo o parte superior tienen un tamaño que depende de la edad y de las condiciones más o menos favorables en que ha crecido el hongo, oscilando entre los 5 y 20 cm de diámetro, aunque pueden encontrarse ejemplares más grandes.

La forma también depende de la edad, pues al principio es redondeada y abombada, pero luego, a medida que se va abriendo y ensanchando el sombrero, se hace cada vez menos convexa y se aplana. Después el borde se va levantando y el conjunto acaba teniendo concavidad como un plato (García, 2003). La superficie es lisa y generalmente uniforme. En cuanto al color puede variar desde el gris claro al gris oscuro de tono violáceo o azulado, y desde color café con leche o pardo. Las variedades que crecen en los meses templados son más parduscas y claras. Algunas variedades pueden presentar tonos verdosos o azul verdosos muy llamativos (García, 2003).

En general, con el paso del tiempo o después de lluvias muy intensas el color va palideciendo en todas las variedades y acaba tomando tonos amarillentos sucios (García 2003). En las laminillas dispuestas radialmente, que van desde el pie o tallo que lo sostiene hasta el borde del sombrero, ubicadas en el hongo, Están separadas unas de otras son de color blanco o ligeramente crema. En ellas se producen las esporas destinadas a la reproducción de la especie. Las esporas vistas al microscopio, son alargadas, casi cilíndricas y miden de 7 a 11.5 x 3 a 5.6 micras. Cuando se depositan en masa forman un polvillo harinoso de color blanco con tono lila-grisáceo (García 2003).

El pie de la seta suele ser corto, ligeramente duro, blanco, con el principio de las laminillas en la parte de arriba y algo peloso en la base. Su inserción suele ser algo lateral y su dirección oblicua. Tanto su forma como su longitud dependen mucho de la situación del hongo.



Si crecen varios juntos, formando repisas laterales superpuestas, los pies están unidos unos a otros, son cortos y están cerca de un lado del borde de los sombreros que suelen tener forma de abanico o riñón. Pero si crecen aislados, sobre una superficie horizontal, o si hay demasiada humedad, el pie puede ser largo, central y el sombrero circular (García 2003).

La carne del sombrero es blanca, el olor algo fuerte, tierna al principio y después correosa. La del pie es mucho más consistente y blanca (García, 2003).

#### **4.1.5.-Taxonomía de *Pleurotus ostreatus* según Romero (1993).**

**Subdivisión:** Eumicotina

**Clase:** Basidiomycetes

**Subclase:** Homobasidiomicetidae

**Orden:** Agaricales

**Familia:** Agaricaceae

**Genero:** *Pleurotus*

**Especie:** *ostreatus*

Nombre científico: ***Pleurotus ostreatus***

#### **4.1.6.-Ciclo de reproductivo de *Pleurotus ostreatus*:**

Los hongos se reproducen por medio de esporas, en ellos existen dos fases de desarrollo que son la vegetativa o micelial y la fase de fructificación. La fase micelial empieza con la liberación de esporas, después germinan originando un micelio primario llamado monocarion; este se fusiona con otro micelio monocarion compatible por medio de la plasmogamia, dando origen a un micelio secundario o dicarion (se caracterizan por tener células con dos núcleos haploides y fíbulas en los septos de las hifas). Las fíbulas son estructuras especializadas que permiten el intercambio de núcleos entre cada compartimento hifal. La segunda fase sucede cuando el micelio binucleado se desarrollan y se forman uno o varios cuerpos fructíferos en los cuales en su himenio terminara la reproducción sexual con la formación de basidiosporas en los basidios (Velásquez, 1995).

#### **4.1.7.-Forma de alimentación de un hongo:**

Los hongos, son organismos heterótrofos, porque no son capaces de fabricar su alimento, estos absorben los nutrientes a través de las hifas, las cuales producen una sustancia, llamada enzima. Las enzimas son las encargadas de descomponer la materia orgánica en sustancias muy pequeñas que pueden ser absorbidas por el hongo (Microsoft Encarta 2009).

#### **4.1.8.-Ciclo de vida de un hongo:**

Los hongos se reproducen mediante la formación de semillas muy pequeñas denominadas esporas. Hay dos tipos de esporas: espora (+) y espora (-), cuando las esporas caen en un lugar con humedad y comida suficientes, germinan y forman un pequeño tubo o filamento que recibe el nombre de hifa. El filamento está formado por varias células que se sitúan una a continuación de otra. Las hifas crecen y se dividen, formando una red de hifas debajo del suelo que recibe el nombre de micelio, dos hifas pertenecientes al mismo micelio o, más frecuentemente, a micelios distintos se unen para formar un nuevo micelio, que contiene dos núcleos, uno procedente de una hifa y el otro de la otra. Cuando las condiciones ambientales son adecuadas, el micelio forma el cuerpo fructífero, que es el encargado de producir las esporas, estas se dispersan por el viento y el ciclo reproductor se inicia de nuevo (Microsoft Encarta 2009).

#### **4.1.9.-Estructura de *Pleurotus ostreatus*.**

La formación de las setas se debe a la compactación, ramificación, ensanchamiento, gelatinización y engrosamiento de la pared celular de las hifas del micelio; esto quiere decir, que el cuerpo fructífero esta formado por hifas provenientes del micelio vegetativo y posteriormente se transforma en micelio reproductor. En cuanto a la posición de las hifas en el estípite de la seta, tanto en el "tejido" interno como en el externo, están acomodadas verticalmente, a diferencia de que las células se la superficie se alargan para formar estructuras semejantes a pelos.

#### **4.1.10.-Habitad natural de *Pleurotus ostreatus*:**

Es una especie que suele encontrarse en los bosques de nuestro país, sobre todo en la mitad septentrional, al llegar el otoño. En sitios húmedos puede encontrarse también en otras épocas del año. Prefiere la base de los troncos de arboles de hoja ancha (frondosos), pero también crece sobre arboles y tocones de otras clases, incluso sobre arbustos como retamas (García, 2003).

#### **4.1.11.-Factores de crecimiento:**

Para el crecimiento del hongo, en el sustrato se requiere de nutrientes que puedan ser aprovechados por las hifas del micelio; además, la temperatura y la humedad han de ser los adecuados para su desarrollo. Cuando ya se forman las setas, su crecimiento requerirá también una temperatura y humedad adecuadas, así como aire que aporte el oxígeno necesario y en algunos casos, cierta cantidad de luz (García, 2003).

#### **4.1.12.-Importancia de los hongos.**

##### **4.1.12.1.-Importancia medicinal:**

De acuerdo con la sabiduría oriental, en las setas se encuentra la cura de algunas enfermedades mortales, como el cáncer y la diabetes, estimulan el sistema inmunológico, impiden la formación de coágulos en la sangre, previenen el cáncer en los animales y reduce el colesterol en la sangre. Las setas que han sido comprobadas para utilizarlas en las prácticas alternativas de la medicina son: el Shiitake (*Lentinus edodes*), el Rishi (*Ganoderma lucidum*), entre otros. *Pleurotus ostreatus* tiene importancia medicinal combatiendo tumores en los animales (Cruz, 2000).

La seta llamada Shiitake (*Lentinus edodes*). Proporcionan longevidad, previenen la hipertensión, la arterioesclerosis y vigorizan el organismo, ayudando a las personas a recuperarse de la fatiga, previenen las crudas después de la borrachera, evitan el estreñimiento, y fortalecen las capacidades sexuales (Breene, 1990).

Se ha demostrado a nivel experimental con ratas de laboratorio que el consumo frecuente de setas disminuye el nivel de ácidos grasos en sangre y el colesterol en el hígado, por otro lado en otros experimentos se detectó un aumento en la relación fosfolípidos-colesterol lo cual sugiere un efecto antiaterogénico favorable, es decir que puede ayudar a prevenir el endurecimiento de las arterias y como consecuencia la prevención de posibles enfermedades cardiovasculares lo cual también podría ocurrir en seres humanos (Opletal *et al.*, 1997).

#### **4.1.12.2.-Importancia ecológica:**

La importancia de los hongos en la biosfera se debe a su carácter de descomponedores, especialmente en bosques, en el mantenimiento y equilibrio natural de los mismos, ya que reciclan la materia orgánica (no sólo la madera) con notable eficacia, regulan la liberación de nutrientes y son esenciales para la supervivencia de plantas y animales. También pueden descomponer desde productos alimenticios hasta papeles, pinturas, emulsiones fotográficas, vidrios, estructuras de maderas, etc. (Manzi *et al.*, 1999).

En general, los hongos tienen una importancia ecológica vital. Ellos son descomponedores de la materia orgánica. Al igual que las bacterias, insectos y gusanos, reciclan nutrientes en la naturaleza y liberan sustancias que van a emplear otros organismos. Otro asunto relevante al hablar de hongos es su relación con las plantas, la cual se denomina como una relación simbiótica.

Dicha relación surge de la palabra micorrizas (mico de hongo, rrizas de raíz), los hongos crecen alrededor de las raíces de las plantas pasando a éstas nutrientes como el fósforo, mientras la planta sule a los hongos de carbono. Ambos se necesitan para vivir y desarrollarse. Esa relación es tan vital que 90% de las plantas terrestres tienen hongos en sus raíces. No los vemos, pero trabajan fuerte debajo de la tierra. Estos organismos también sirven como fuente de alimento para muchos animales y para los humanos. (Guzmán, 1994).

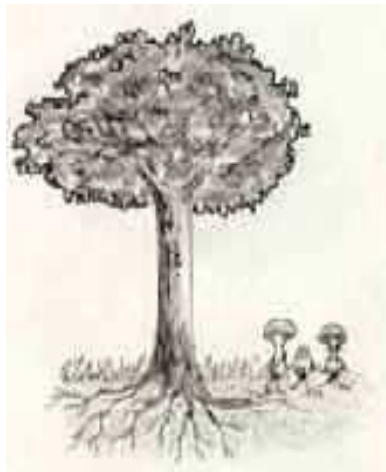
Los hongos no pueden sintetizar los alimentos como lo hacen las plantas. Su alimentación depende directamente de otros seres vivos de los cuales toman el alimento prefabricado. Para conseguir este proceso segregan enzimas que transforman el alimento en pequeñas moléculas, que son absorbidas por las células del hongo, y que además, extraen del terreno donde se encuentra, el agua y las sales minerales que necesita el hongo. Según la forma en que toman el alimento los hongos pueden ser simbióticos, saprofitos y parásitos. (Guzmán, 1994).

#### **4.1.12.2.1.-Hongos simbióticos:**

La simbiosis es la forma más común de vida de la mayoría de los hongos superiores. Podríamos definirla como una ayuda mutua, es decir, se da una cosa y se recibe otra a cambio. En el caso de los hongos se llama simbiosis micorrízica, que es la relación de un hongo con la raíz de un árbol o planta superior. En esta clase de relación el hongo recibe de la planta el alimento que necesita y a cambio le paga haciendo que la planta obtenga del suelo con más facilidad el agua y las sales minerales que le son necesarios.

También ocurre que una determinada especie de hongo está relacionada con una determinada especie de planta; por ejemplo el Nízcalo (*Lactarius deliciosus*) prefiere las coníferas, en cambio el Rebozuelo (*Cantharellus cibarius*) los planifolios.

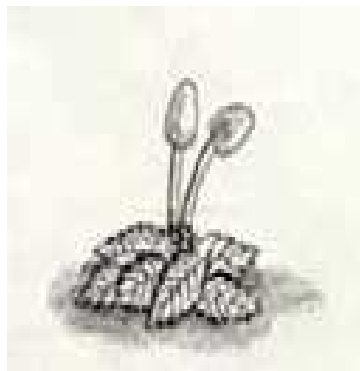
Figura 2. Asociación simbiótica entre una planta y un hongo.



**Figura 2.** Asociación simbiótica entre un hongo y un árbol.

#### **4.1.12.2.2.-Hongos saprofitos:**

Este tipo de hongo se encuentra en casi todos los medios naturales y artificiales. Se puede decir que no hay materia orgánica natural que no pueda ser degradada por este tipo de hongo. Estos organismos viven de los desperdicios de otras plantas, a las que llega a desintegrar. Si bien es verdad que no aportan ningún tipo de ayuda a la planta superior, tampoco la perjudican. En el caso de los árboles, acostumbra a atacar las partes muertas de la madera. Un típico ejemplo de hongo saprofito es el exquisito Champiñón de los prados (*Agaricus campestris*) que acostumbra crecer en terrenos abonados. Figura 3.- de un hongo saprofito alimentándose de hojas muertas.



**Figura 3.-** Hongo saprofito alimentándose de hojas secas.

#### **4.1.12.2.3.-Hongos parásitos:**

Existe una serie de hongos parásitos que viven a expensas de otros organismos vivos, como plantas, animales e insectos y otros hongos, a los que causan graves lesiones y en ocasiones pueden llegar a causar la muerte del organismo donde se hospeda. Algunas esporas de estos hongos son muy agresivas, y en el caso de los árboles aprovechan cualquier ocasión para infiltrarse.



La penetración del hongo se produce normalmente a través de una agresión producida en la corteza de forma fortuita, inclemencias del tiempo, animales, insectos, etc. Un caso bien claro lo tenemos con el *Ceratocystis ulmi*, que provoca la conocida enfermedad de los olmos holandeses, o con la *Agrocybe aegerita*, un hongo comestible que ataca a los chopos y a los que llega a consumir poco a poco.

La importancia ecológica de la producción de hongos comestibles, radica en que para el año 2007 se utilizaron en el país cerca de 671,980 toneladas de subproductos, generando alrededor de 300,000 toneladas de abono orgánico directamente utilizable para las actividades agrícolas tradicionales o intensivas. Esta proporción es aún pequeña (0.33%) comparada con el volumen total de subproductos agrícolas, agroindustriales y forestales que se generan en México que están contaminando el medio ambiente en este mismo momento. ( $\pm$  50.575,794 ton/año). (Matinés *et al.*, 2000).

#### **4.1.12.3.-Importancia económica:**

Otro aspecto importante, en comparación con otros cultivos convencionales y agroindustrias, es la marcada eficiencia del proceso de producción de hongos comestibles para utilizar y convertir el agua y la energía en alimento humano (Martínez *et al.*, 1998). Se ha estimado que para producir 1 kg de hongos comestibles (*Pleurotus*) empleando tecnologías rústicas se requieren 28 L de agua, en un período de 25-30 días después de la inoculación.

Esta cantidad y período de producción son mucho menores que las estimaciones para otros alimentos y forrajes, tales como la papa (500 L/kg), trigo y alfalfa (900 L/kg), sorgo (1,110 L/kg), maíz (1,400 L/kg), arroz (1,912 L/kg), soya (2,000 L/kg), carne de pollo (3,500 L/kg), y carne de res (100,000 L/kg). Por consiguiente, se necesitan 3,571 veces más agua para producir 1 kg de carne de res, que para obtener 1 kg de hongos comestibles (Cuadro 1).

Cuadro 1. Cantidad estimada de agua requerida para producir 1 kg de hongos comestibles empleando tecnologías rústicas, en comparación con otros alimentos y forrajes.			
Producto	Litros de agua/kg	Contenido proteínico	Litros de agua requeridos por (g) gramo de Proteína
Setas (Pleurotus)	28	2.7	1.0
Papa	500	2.1	23.8
Trigo	900	14.0	6.4
Alfalfa	900	6.0	15.0
Sorgo	1,110	11.0	10.0
Maíz	1,400	3.5	40.0
Arroz	1,912	6.7	28.5
Carne de pollo	3,500	23.0	14.7
Carne de res	100,000	19.4	515.4

**Cuadro 1.** Cantidad estimada de agua requerida para producir 1 kg de hongos comestibles. Composición en 100 g, porción comestible (peso húmedo) Chang, 1989.

#### **4.1.12.4.-Importancia cultural:**

Los hongos revisten un gran interés desde el punto de vista alimenticio, etnológico, industrial y ecológico. En la antigüedad se llegó a creer que algunos hongos, como setas y trufas, eran directamente generados por los dioses (por el rayo de Júpiter). Los egipcios, babilonios, griegos y romanos lo apreciaban como uno de los manjares más cotizados para llevar a mesas (García, 1998).

A estos últimos se les debe el nombre de *Amanita caesarea*, entendiéndose por ello que era el alimento digno de un emperador. Siguió la fama en el Medioevo y el Renacimiento. Sin embargo, no es sino hasta mitad del siglo XIX que se amplió el conocimiento de los hongos, cómo prepararlos y guisarlos correctamente. Los hongos poseen cantidades apreciables de proteínas, grasas, vitaminas, especialmente riboflavina, ácido nicotínico, ácido pantoténico y ácido ascórbico y tienen la ventaja de estar libres de residuos en alto porcentaje (Chang *et al*, 1989).

El conocimiento tradicional de los hongos comestibles silvestres, estudiados principalmente desde hace casi 50 años. (Guzmán, 1994), cobra cada día mayor interés etnomicológico y económico en México debido a su importancia como alimento básico, por sus propiedades alimenticias superiores a la de muchos productos de origen vegetal, así como por sus cualidades medicinales, su creciente valoración comercial y por constituir un recurso del que aún se desconocen importantes aspectos ecológicos, de manejo y biotecnológicos (Guzmán, 1995).

En México, este conocimiento tradicional micológico se ha desarrollado particularmente en el área central del país, vinculado a la rica herencia cultural prehispánica (López y Hernández, 2003). El consumo de hongos es una parte de la cultura de la población rural, su conocimiento y uso ha sido muy importante desde las culturas prehispánicas mesoamericanas.

Estos organismos han sido parte de estrategias de subsistencia basada en el uso múltiple de recursos naturales, por lo que en el país persiste su recolecta con fines de autoconsumo o comercialización, (Villareal y Pérez, 1989).

En nuestro país, existe una importante tradición etnomicológica ya que, desde tiempos prehispánicos, los hongos fueron utilizados por los indígenas en su alimentación, en la medicina, en festividades y en ceremonias religiosas. Los españoles del siglo XVI, son los primeros en proporcionar informes sobre el uso de los hongos por los pueblos indígenas de México, principalmente en la región meridional. Fray Bernardo de Sahagún en su "Historia general de las Cosas de la Nueva España" informa sobre la existencia del "Hongo Divino" o "Teonanacatl", utilizado en ceremonias religiosas por sus propiedades alucinógenas, pero también hace mención de la utilidad en la medicina de estos hongos, indicando que son medicina para la calentura con frío y para la gota. (Estrada *et al.*, 2000).

México es quizá uno de los países más ricos en especies de hongos, así como en sus tradiciones a través de los indígenas. Los famosos hongos alucinógenos tan conocidos ahora en todo el mundo, se descubrieron en México en la década de los 50, y fue gracias a los indígenas que dicho conocimiento llegó a manos de los científicos, (Schultes y Hosmann, 2000).

Los indígenas son grandes conocedores de los hongos; saben diferenciar muy bien las especies comestibles de las venenosas y por supuesto de las alucinógenas. Hace más de cuatro décadas los esposos Wasson , Singer, Herrera y Guzmán, iniciaron sus investigaciones respecto al conocimiento tradicional de los hongos en México , los estudios realizados por ellos y la difusión del conocimiento del "teonatacatl" hacia los ojos de la civilización occidental, generaron el nacimiento de una nueva rama de la etnobiología.

La etnomicológica que con el paso del tiempo ha ido consolidándose como una disciplina cuyos horizontes va más allá del saber sobre los hongos alucinantes y la acumulación de información solo por su valor folklórico. Se trata ahora de una disciplina que busca conocer las formas en que se transmite, generan y evolucionan los conocimientos micológicos tradicionales (CMT) pretende analizar las formas de apropiación de los recursos por parte de las comunidades humanas y genera información que puede ser utilizada para desarrollar proyectos en donde (CMT) junto con tecnologías adecuadas brinden alternativas de producción, utilización y manejos tanto rurales como industriales (Estrada *et al.*, 2000).

#### **4.1.13.-Propiedades nutricionales del *Pleurotus ostreatus*.**

El contenido de agua *Pleurotus ostreatus* es muy alto (90-95%) aumentando con la edad y disminuyendo por estancia en frigorífico. Podemos decir que en 100 gr de *Pleurotus ostreatus* fresco hay además del agua: 0.2 a 0.3 gramos de grasas, 0.5 a 1 gr de compuestos minerales (García, 1985).

El contenido de fibra dietética es de: 11% de celulosa, 47% de fibra total y 28% de hemicelulosa. Además contiene 367 Kilocalorías, 10% de proteína cruda, 81% de carbohidratos y 15% de cenizas (Andrade, 1995). Se podría clasificar a las setas y las verduras como las más nutritivas y justo por debajo de las carnes.

#### **4.1.14.-Composición química del *Pleurotus ostreatus*.**

##### **4.1.14.1.-Proteínas:**

Los cuerpos fructíferos que son las partes comestibles, son una excelente fuente de proteína de calidad de entre (10 y 30%) aunque puede llegar a ser hasta el 40%. En el están presentes todos los aminoácidos esenciales donde los que predominan son la alanina, el ácido glutámico y la glutamina, además presenta Leucina, Isoleucina, Valina, Triptófano, Lisina, Treonina, Histidina y Arginina (Breene, 1990).

##### **4.1.14.2.-Carbohidratos:**

El contenido de carbohidratos en *Pleurotus ostreatus* es de 57%, en el se encuentran pentosas, hexosas, sacarosa, alcohol-azúcares, metilpentosas y amino-azúcares como la quitina (Breene, 1990).

##### **4.1.14.3.-Lípidos:**

*Pleurotus ostreatus* contiene todo tipo de lípidos, desde mono, di y triglicéridos, esteroles, esterolésteres y fosfolípidos. En general, los lípidos de tipo neutro, constituyen de 20 a 30% del total, los glicolípidos un 10% y los fosfolípidos del 60 al 70%. El ácido linoléico es el que más abunda (hasta un 80% del total de ácidos grasos) y la fosfatidil-etanolamina, son los principales fosfolípidos (Breene, 1990).

#### 4.1.14.4.-Vitaminas:

Pleurotus es una buena fuente de tiamina (Vitamina B1) con 4.8 y 7.8 mg/100 g, riboflavina (Vitamina B2) con 4.7 a 4.9 mg/100 g, niacina con 55 a 109 mg / 100 g, biotina y ácido ascórbico (Vitamina C) con 36 a 58 mg/100 g. del peso seco, por lo que pueden ser una buena fuente de antioxidantes y agentes reductores para el uso de medicamentos y complementos nutricionales. Tiene un alto contenido de vitamina D, para la absorción de calcio, fundamental para el buen desarrollo de huesos y dientes (Breene, 1990).

#### 4.1.14.5.-Minerales:

En Pleurotus, se han encontrado zinc, cobre, magnesio y fósforo. Una proporción medida de hierro, manganeso y potasio. El calcio, aluminio y sodio se presentan en pequeñas cantidades, también se han encontrado residuos de arsénico y mercurio, tal como se muestra en el Cuadro 2.- Composición de aminoácidos esenciales, vitaminas y minerales de Pleurotus ostreatus mg/100 g de peso seco.

Aminoácidos (mg)		Vitaminas y minerales (mg)	
Leucina	390-610	Tiamina (B <sub>1</sub> )	4.8-7.8
Isoleucina	266-267	Niacina	55-109
Valina	309-326	Riboflavina (B <sub>2</sub> )	4.7-4.9
Triptófano	61-87	Acido ascórbico	36-58
Lisina	250-287	Ca	33
Treonina	264-290	P	1348
Histidina	87-107	K	3793
Arginina	306-334	Fe	15.2
TOTAL	2239-2638	Na	837

**Cuadro 2.-** Fuente: Chang (1989).

#### **4.1.15.-Producción de Hongos comestibles.**

##### **4.1.15.1.-Producción de hongos en México y el mundo:**

En México, el cultivo de los hongos comestibles se inicia en la década de los 30, cultivando solamente el hongo conocido como "champiñón" y a partir de los 70 se inicia el cultivo de la "seta" (*Pleurotus ostreatus*) con cepas y tecnologías europeas dada su facilidad de manejo y bajo costo de producción. Este hongo es el que se ha comercializado más en los mercados internacionales. (Martínez *et al.*, 1998). Por lo anterior el producir hongos comestibles en nuestro país representa una auténtica tecnología microbiana rentablemente, capaz de bioconvertir a gran escala, residuos lignocelulósicos agrícolas y forestales, en alimento para consumo humano directo. (Martínez *et al.*, 1998).

Anualmente se producen en el mundo más de 2, 000,000 de toneladas de hongos comestibles, cuyo valor económico supera los 22,000 millones de dólares. Para comprender la evolución del cultivo, cabe señalar que en los últimos cuarenta años la producción mundial de hongos comestibles se incrementó más de treinta y cinco veces: desde 24 mil ton en 1962 a 8.5 millones ton en 2002, y ese crecimiento se registró más marcadamente en los últimos quince años, colocando el valor mundial de los hongos cultivados en unos 23 mil millones de dólares (Villegas, 1996). También se observó un cambio en las especies cultivadas (cuadro 3). En los comienzos de la década del 80, el champiñón representaba más del 70 % de la oferta mundial, Solamente el 2.8% de dicha producción correspondía a *Pleurotus ostreatus* (seta) y el 14.3% a Shiitake.



En tanto, las proyecciones actuales sitúan a la producción de setas en segundo lugar, representando el 20% de la producción mundial de hongos comestibles. Sólo China produjo 1,722.645 toneladas de setas en 2000, lo que representa un incremento del 70% de la producción total de hongos de ese país. En el cuadro 3.- se aprecia el comportamiento de la producción mundial de hongos comestibles en diferentes años.

Cuadro 3								
Producción mundial de hongos comestibles cultivados de mayor producción en diferentes años								
Especie	1981		1990		1994		1997	
	En T	%	En T	%	En T	%	En T	%
<i>Agaricus bisporus/</i>	900.000	71.6	1.424.000	37.8	1.846.000	37.6	1.955.000	31.8
<i>Bitorquis</i>								
<i>Lentinula edodes</i>	180.000	14.3	393.000	10.4	826.200	16.8	1.564.400	25.4
<i>Pleurotus ostreatus</i>	35.000	2.8	900.000	23.9	797.400	16.3	875.600	14.2
<i>Auricularia spp.</i>	10.000	0.8	400.000	10.6	420.100	8.5	485.300	7.9
<i>Volvariella volvacea</i>	54.000	4.3	207.000	5.5	298.800	6.1	180.800	3.0
<i>Flamulina</i>	60.000	4.8	143.000	3.8	229.800	4.7	284.700	4.6
<i>Pholiota</i>	17.000	1.3	22.000	0.6	27.000	0.6	55.500	0.9
Incremento %			72.5		30.5		24.4	

**Cuadro 3.-** Chang, 1999.

El cultivo de Setas, a pesar de haber sido practicado comercialmente por menos de treinta años a nivel mundial, se ha destacado por una rápida aceptación del consumidor, con un crecimiento igualmente rápido de la agroindustria (Martínez *et al.*, 1998).

Este hecho no tiene precedentes en el cultivo de hongos, lo que es atribuible a su calidad organoléptica, por crecer sobre una gran diversidad de estratos (paja de cereal, cáscara de maní, cascarilla de arroz, aserrín de diferentes especies, etc.), por no requerir de un complejo composteo como el champiñón y porque tampoco necesita de una fase de inmersión como el Shiitake, factores que hacen que su cultivo sea tal vez uno de los más sencillos de todos los conocidos (Martínez *et al.*, 1998). El consumo nacional de hongos promedio per cápita es de 100 gr/hab/año, 40 veces menor que el europeo: en Alemania es de 4 kg/hab/año. Estudios realizados por el Department of Food Science (Pensylvania State University, EUA) determinan que el 35% de la población se constituye como consumidor potencial. En el cuadro N. 4 se puede apreciar a los países que consumen mas hongos en el mundo.

Cuadro 4  
Consumo promedio de hongos comestibles

País	Consumo anual por habitante
Alemania	4.0 kg
Canadá	3.5 kg
Estados Unidos	2.8 kg
Bélgica	3.2 kg
España	3.0 kg
Italia	3.0 kg
Japón	3.6 kg
Argentina	0.1 kg

*Cuadro 4.* - Consumo promedio de hongos en el mundo.

En cuanto a los países latinoamericanos, la producción se centra en el cultivo de Champiñón, Setas, Shiitake y recientemente *Agaricus blazei*, especie comercializada por sus propiedades medicinales. Con producciones cuantificables se encuentran México, Estados Unidos, Canadá y Brasil, en el cuadro 5.- se puede apreciar los países con mayor producción de hongos comestibles.

Cuadro 5

Producción estimada (peso fresco) de *Pleurotus* spp.

En algunos países de América.

País	Toneladas	%
México	1,825	47.53
Estados Unidos	908	23.65
Canadá	568	14.79
Brasil	450	11.72
Guatemala	22	0.57
Venezuela	18	0.47
Cuba	12	0.31
Colombia	9	0.23
Otros	28	0.73
Total	3,846	100

Cuadro 5.- Producción estimada (peso fresco) de *Pleurotus* spp. En algunos países de América.

#### **4.1.15.2.-Localización de la producción de hongos en el país:**

La producción comercial de hongos en México, se localiza en los Estados de Veracruz, Puebla, Tlaxcala, Estado de México, Hidalgo, Morelos, Michoacán, Guanajuato, y Jalisco; siguiendo una franja geográfica que se extiende desde el centro de Veracruz, terminando hasta Michoacán (Villegas, 1996).

Algunos elementos que permiten explicar la distribución de la producción honguera comercial en tal arreglo geográfico son: la tradición micófila, y la existencia de mercados regionales localizados; la presencia de climas propicios para el cultivo de hongos; y la existencia de centros de investigación en varios de los Estados mencionados, que han actuado como núcleos de difusión del conocimiento micológico (Villegas, 1996).

#### **4.1.15.3.-Importancia de *Pleurotus ostreatus* en el mercado.**

A pesar de haber sido cultivado de manera comercial por menos de 30 años en México, el *Pleurotus ostreatus* se ha destacado por una rápida aceptación en el mercado y un crecimiento rápido de la industria (Martínez *et al.*, 1999)

Tiene diferentes presentaciones como producto fresco en el mercado; a granel o en pequeños contenedores de cartón o plástico. Se comercializa generalmente, en cuatro presentaciones en: racimos, como setas grandes, pequeñas y como hongos de pequeña clase (Villegas, 1996).

#### **4.1.16.-Plagas y enfermedades.**

##### **4.1.16.1.-Plagas del *Pleurotus ostreatus*:**

El cultivo de *Pleurotus*, está expuesto, como cualquier otro cultivo, a alteraciones que pueden ocasionar descensos en el rendimiento o bien deprecia la calidad comercial en el producto. Estas alteraciones pueden ser debidas tanto a factores bióticos como abióticos, o a una combinación de ambos. Entre las causas bióticas se encuentran los insectos, los ácaros, los hongos, las bacterias y los virus.

En relación a plagas, es decir, organismos que causan daños directos e indirectos al cultivo, solo se han observado colémbolos y dípteros. Pero se habla también de invasión de ácaros, que resisten, la pasteurización si la humedad del sustrato es menor del 68%. Los colémbolos son insectos diminutos sin alas, que pueden dar saltitos gracias a un aparato bifurcado que tienen debajo del abdomen.

Se reproducen por huevos y a las 5-7 semanas ya son adultos. Cuando atacan a los hongos forman pequeñas galerías en su carne, secas y de sección generalmente oval. A menudo se encuentran en gran cantidad entre las laminillas que hay debajo del sombrero de las setas silvestres, pero es raro encontrarlos en las cultivadas. También pueden atacar al micelio si el sustrato está demasiado húmedo. La especie más frecuente es *Hypogastrura armata*, de 1-1,5 mm de largo, gris oscuro, con dos líneas longitudinales de manchitas pardas en el dorso (García, 2003).

Los dípteros son moscas y mosquitos, insectos con dos alas, conocidos por todos. El daño es causado por sus larvas, con aspecto de gusanos sin patas que comen las hifas del micelio, hacen pequeñas galerías en los pies de las setas y luego en los sombreros (se ven bien al cortarlos transversalmente).

En los cultivos los adultos penetran atraídos por el olor de los hongos y de su micelio, sobre todo si las aberturas del local no están protegidas y hay cerca restos del cultivo anterior, maderas podridas o estiércol; después ponen huevos de los que nacerán las larvas.

Otras veces las larvas vienen ya en el sustrato y perduran en él si no ha sido sometido a un tratamiento térmico efectivo. Aparte de los daños directos y disminución del rendimiento del cultivo, los dípteros pueden transmitir enfermedades en los hongos. Entre los mosquitos que se encuentran más frecuentemente en los cultivos están los esciáridos como *Lycoriella*, negros, de antenas relativamente largas divergentes y con larvas blancas de cabeza negra brillante, y los cecidomidos como *Heteropeza*, de larvas blanquecinas, y algunos *Mycophila* de larvas anaranjadas.

Entre las moscas (braquíceros) destacan los fóridos del género *Megaselia*, cuyos adultos son oscuros, gibosos, con antena cortas y nervios alares poco notorios. En la lucha contra los dípteros pueden emplearse trampas (las adhesivas van muy bien y pueden servir de aviso de presencia), telas de malla muy fina o mallas antitrips en las aberturas (procurando que no halla rendijas en las puertas ni ventanas) o insecticidas diversos.

Diazinón al 2% o malathión al 4% en polvo pueden extenderse por el suelo de los locales y mezclarse con el substrato en preparación (10 gr por cada 100 kg). También pueden emplearse disueltos en agua, por ejemplo, 100 gr de un preparado de malathión del 50% (o 200 de diazinón del 18%) en 20 litros de agua. El diflubenzurón va bien contra los esciáridos, sobre todo cuando se han hecho resistentes al diazinón. Algunos recurren a nebulizar el local con endosulfán o diclorvos.

Otros colocan piezas de fosfato de dimetildiclorovinilo, de acción persistente según se va evaporando; este mismo producto puede pulverizarse (fuera del periodo de aparición de setas) sobre los cultivos al aire libre de *Stropharia rugoso-annulata* si el ataque de insectos es fuerte. En la fase de producción se emplean sustancias inofensivas como las piretrinas, y si se utilizan productos tóxicos se aplicaran solo en puertas y ventanas (García, 2003). A veces causan daños caracoles y babosas, que pueden combatirse con cebos existentes en el comercio. Algunos aconsejan rodear la zona a proteger con una banda ancha de serrín basto o ceniza de madera dispuesta en el suelo.

#### **4.1.16.2.-Enfermedades del *Pleurotus ostreatus*.**

Pueden estar caudados por hongos inferiores patógenos o competidores, bacterias y virus. Todos ellos son de fácil propagación y contagio pues su pequeñísimo tamaño (pocas micras tratándose de esporas de hongos y aun menos en algunas bacterias y los virus) les hace incontrolables y fácil de ser llevados de un sitio a otro por insectos, ácaros, herramientas y ropas e incluso el aire).

Una enfermedad frecuente es la llamada "telaraña", causada por el hongo *Dactylium dendroides* (*Cladobotryum d.*, *Hypomyces rosellus*) cuyos finos filamentos crecen rápidamente y se extienden sobre la superficie del sustrato y de las setas, cubriéndolas con un moho blanquecino, primero ralo y luego denso y harinoso. En las partes viejas las formas perfectas forman puntos rojizos. Los ejemplares atacados se vuelven blandos, amarillento-parduscos, y se acelera su descomposición.

La aparición de la enfermedad se favorece con la humedad excesiva, el calor (para la germinación de sus esporas el hongo prefiere 25°C) y la escasa ventilación. Al observarse zonas enfermas en el cultivo deben cubrirse con cal viva en polvo, sal, formalina al 2% o soluciones de benomyl. Entre las tandas de cosecha se puede regar con solución de formalina (formol comercial) al 2 por mil o espolvorear zineb o mancozeb (10 gramos por cada 10 m<sup>2</sup>). Otros emplean carbedanzín o thiabendazol. A veces aparecen mohos verdes en el sustrato y en la base del pie de las setas. Suele tratarse de hongos *Trichoderma* que acidifican el sustrato y dificultan el crecimiento del micelio, disminuyendo la producción.

Es un hongo muy extendido que suele dar problemas en el cultivo de cualquier especie. Aparte de su forma perfecta (con protuberancias de color crema amarillo o castaño) suelen aparecer como un moho que primero es blanco, pero luego, a los 2-4 días, se pone verde con las esporas. Crece bien a 22-27 °C y se ve favorecido por la humedad alta (más del 70% en el compost ya preparado), pH menor de 6 y compost con poco N, demasiados carbohidratos disponibles y relación C/N de 22-23.



Se deben desinfectar las superficies con formalina al 2% o con los fungicidas contra *Dactilium*. También conviene cubrir la zona infectada con bicarbonato sódico. Está muy extendido el uso del Benomyl (40-80 mg por kg de sustrato) como preventivo, pero el hongo suele hacerse resistente (García, 2003).

En otros países se produce una enfermedad por el hongo *Verticillium fungicola*, apareciendo en las fases jóvenes masa amorfas; las setas adultas se agrietan, retuercen y tienen manchas pardas de borde difuso o áreas pardas hundidas; luego se cubren de velo gris. Suele recomendarse el zineb, maneb, clorotalonil, y iprodiona y, sobre todo, procloraz-manganeso (García, 2003). La paja que no ha sido sometida a un tratamiento térmico suficiente puede presentar zonas con un micelio blanco-grisáceo que luego se llena de granitos (como cabezas de alfiler) rugosos, verde oliva, que se vuelven pardos.

Se trata del hongo *Chaetomium Olivaceum*, cuya presencia, si es abundante, disminuye el rendimiento. Otros hongos microscópicos que pueden aparecer en los sustratos son de difícil identificación específica (*Fusarium*, *Rhizopus*, *Aspergillus*, etc), suelen formar mohos de colores llamativos que alertan y permiten localizar las zonas atacadas (García, 2003).

#### **4.1.16.3.-Anomalías no parasitarias.**

##### **4.1.16.3.1.-Falta de luz:**

Las especies de *Pleurotus* tienen fototropismo positivo, ya que la luz (intensidad luminosa, fotoperiodo y tipo de radiación) es uno de los factores necesarios para el desarrollo de los primordios.

En condiciones de total oscuridad se diferencian escasos basidiocarpos que suelen ser deformes, arracimados, de forma coraloide, color blanco y sabor amargo, en los que no se distingue el pie y el sombrero. En condiciones de escasez de luz se asiste la producción de cuerpos fructíferos con forma de corneta, sombrero muy reducido y pie alargado y débil.

Este efecto es mas marcado cuanto menor es la intensidad luminosa, de forma que los carpóforos pálidos no pigmentados aparecen cuando la intensidad luminosa se sitúa por debajo de 300 Lux (Poppe *et al.*, 1985). Un exceso de luz también es perjudicial ya que puede retardar la formación de primordios. Según la variedad de *Pleurotus*, cuando la intensidad de luz es superior a 2000 Lux, se puede inhibir la iniciación del fruto (Poppe *et al.*, 1985). Las radiaciones rojas son desfavorables para el desarrollo de los cuerpos fructíferos.

#### **4.1.16.3.2.-Exceso de CO<sub>2</sub>.**

El aumento del contenido de CO<sub>2</sub> del aire hasta valores de 0.08% provoca una ralentización en el crecimiento de los cuerpos fructíferos, mientras que si el contenido de CO<sub>2</sub> asciende a 0.15 – 0.3% se puede producir una rápida mortandad en toda la producción (Ferri, 1985).

#### **4.1.16.3.3.-Estrés térmico.**

Un incremento demasiado elevado de temperatura puede conducir a un proceso en el que muera el micelio de *Pleurotus spp.*, sobre todo entre 33 – 40 °C, según la variedad cultivada. Temperaturas de 22 a 28 °C, según de la variedad, pueden causar serios retrasos de fructificación e incluso la inhibición completa de la misma (Poppe *et al.*, 1985).

#### **4.1.16.3.4.-El pH.**

El micelio de *Pleurotus spp*, mostrara un bajo crecimiento y una incubación defectuosa si el pH es superior a 7.0 o inferiores a 5.0 (Poppe *et al.*, 1985).

#### **4.1.16.3.5.-Contenido de agua.**

El substrato puede ser difícilmente degradado si el contenido en agua es inferior al 55%. Por encima del 70% la flora bacteriana es mas activa, colonizando la película de agua alrededor de cada paja, y dejando mínimas esperanzas al micelio de *Pleurotus spp* (Poppe *et al.*, 1985).

#### **4.1.16.3.5.-Efectos de gases y plaguicidas.**

Algunas anomalías observadas como son os márgenes ondulados y la torsión del sombrero pueden estar causadas por el efecto fungitóxico de plaguicidas, ya que el tejido del basidiocarpo actúa como una esponja, absorbiendo muchos productos volátiles. Además de afectar la morfología de los cuerpos fructíferos, inciden en más o menos grave sobre la productividad.

#### **4.1.17.-Sustratos para el cultivo de hongos.**

El material sobre el cual el micelio crece, es denominado "sustrato". Las propiedades (físico-químicas) de un sustrato determinan que hongos (y que microbios) pueden crecer en el. Es importante mencionar que algunos hongos pueden usar un rango amplio de sustratos mientras que otros son muy selectivos. La selectividad de un sustrato depende de los nutrientes disponibles en el, su acidez, la actividad microbiana que soporta, su capacidad de aireación, contenido de agua, etc. (López, 1995).

Los hongos se alimentan de azúcares, dependiendo desde el punto de vista bioquímico y ecológico, la importancia de los hongos esta en el sistema enzimático que contienen, el cual les permite, según la especie, degradar moléculas de alto peso molecular como son: celulosa, lignina y quitina, obteniendo energía para realizar sus procesos vitales, este tipo de moléculas se encuentra en esquilmos agrícolas, desechos vegetales, su estructura química les permite permanecer en la intemperie por largos periodos sin ser degradados o sufrir cambios, dentro de los esquilmos agrícolas se han obtenido buenos rendimientos del hongo *Pleurotus ostreatus* en pajas de trigo, sorgo, maíz y olote, pulpa de café, además se han realizado ensayos con lo siguientes materiales vainas secas de frijol, zacate buffel, viruta de encino, bagazo de henequén, lirio acuático, fibra de coco, tamo de maíz, pimienta, canela, zacate limón, cardomomo, (Sobal *et al.*,1993), la selectividad de un sustrato depende de los nutrientes, acidez, capacidad de aireación, contenido de agua, etc. disponible en él. (López, 1995).

#### **4.1.18.-Sustratos utilizados en México en el cultivo de *Pleurotus ostreatus* spp.**

Se elaboraron dos mezclas en proporciones 1:1 con bagazo de caña de azúcar, mas paja de cebada y bagazo de caña con pulpa de café utilizando una cepa (CP-15). En la primera mezcla se obtuvo una EB del 65% con un total de dos cortes, en la segunda del 97% con un total de cuatro cortes y en el bagazo de caña puro, la EB fue de 14.15%, concluyendo que las mezclas fueron mejores que el bagazo de caña (Martínez *et al.*, 1990).

Se utilizó como el sustrato el zacate buffel (*Cenchrus ciliaris*), viruta de encino (*Quercus sp.*) y bagazo de henequén (*Agave fourcroydes*) en el cultivo de hongo comestible (*Pleurotus djamour*). Estableció 4 tratamientos con 4 repeticiones: T1: Zacate buffel mas papel periódico y se agrego como suplemento 15 gramos de harina de trigo, obteniendo una Eficiencia Biológica (EB) de 58.7% T2: Zacate Buffel se agrego 15 gramos de trigo obtuvo una EB de 54%; T3: Viruta de encino utilizando como suplemento 24 gramos de levadura, 22 gramos de harina de maíz, 9 gramos de fosfato de calcio, obteniendo una EB de 26%; T4: Bagazo de henequén, mas como suplemento 15 gramos de nitrato de amonio obtuvo una EB de 0% .

Se utilizaron como sustratos en el cultivo de *Pleurotus ostreatus*, la cascara del fruto del cacahuate (*Arachis hipogaea*), la hoja seca de maíz (*Zea mays*) mezclándose con una relación de 2:1, la cascara de cacahuate logro 85.44% de EB; la hoja seca de maíz obtuvo una EB de 144.85% y la mezcla en relación 2:1 alcanzo 95% de EB. Se utilizaron los residuos de orégano en el cultivo de *Pleurotus ostreatus* después de la destilación para la extracción de aceite esencial. La producción alcanzo una EB de 117.31%. La temperatura máxima durante el cultivo fue de 24°C con un mínimo de 19°C. Se utilizo la vaina del frijol en el cultivo de *P. ostreatus*, se obtuvo una EB de 75% con un total de 3 cortes. Se utilizo el bagazo de henequén fermentado, en el cultivo de *Pleurotus ostreatus*, obteniendo una EB de 51.46%.

En el trabajo se concluye que el bagazo de henequén fermentado es adecuado para la producción de esta seta. El rastrojo de haba, rastrojo de maíz y paja de cebada en el en el cultivo de *Pleurotus ostreatus* con 2 cepas (CP-15 y CP-26). La EB en rastrojo de haba fue de 99.8 a 137.6%, de 113.5 a 118.0% en rastrojo de frijol, y de 62.9 a 78.1% en la paja de cebada. (Sobal *et al.*, 1993). Usaron corteza de pino con paja de frijol en el cultivo de *Pleurotus spp.* Mezclándolos en diferentes porcentajes mediante seis tratamientos. El T1 fue de 100% paja mas 0% de corteza, obteniendo una EB de 150%; en el T2 se mezcló 80% paja mas 20% corteza, resultando una EB de 128%; en el T3 se combino 60% de paja mas 40% de corteza, obteniendo una EB del 88%; en el T4 la mezcla fue de 40% paja mas 60% de corteza, obteniendo 50% de EB; en el T5 la combinación fue de 20% paja mas 80% corteza obteniendo una EB de 18.4%; y por ultimo T6 fue de 100% corteza, resultando un 7.3% de EB.

#### **4.1.19.-Eficiencia biológica:**

(Beltrán *et al.*, 1995) coinciden en que el rendimiento de los sustratos, esta en función del peso fresco de hongos, por cada parte del peso seco del sustrato, esto es lo que se conoce como Eficiencia Biológica.

$$\text{Eficiencia biológica (EB)} = \frac{\text{Peso del hongo frsco (PHF)}}{\text{Peso del sustrato seco (PSS)}} \times 100$$

#### **4.1.20.-Cultivo de hongos en el semidesierto.**

Para la producción de las setas en México, se han empleado diversos residuos agroindustriales, forestales y municipales y un sin fin de productos lignocelulósicos. Sin embargo, no se ha experimentado con el tallo, la hoja y la raíz de la yucca (*Yucca filifera*) para producir hongos en el semidesierto mexicano. Gran superficie de los estados de Coahuila, Nuevo León, San Luis Potosí, Tamaulipas y Zacatecas se localizan en el semidesierto mexicano, donde la frecuencia de lluvias es muy errática o bien se presenta fuera del calendario de siembra de los cultivos básicos: maíz, frijol y trigo (Morales *et al.*, 1996). Ante esta situación la Universidad Autónoma Agraria "Antonio Narro" realizó pruebas de introducción, producción y aceptación de hongos comestibles, Se realizó un experimento de producción de hongos comestibles "Setas" (*Pleurotus* spp) a mujeres campesinas, en donde se les enseñó como producirlos, en dos comunidades rurales en el período de julio a diciembre de (1996), los ejidos fueron San Francisco del Ejido y Las Mangas, ambos dentro del municipio de Saltillo, Coahuila (Morales *et al.*, 1996).

En donde se pudo apreciar que la materia prima que se intentaba utilizar (paja de trigo, fermentada por un tiempo de 24 horas y pasteurizada a 90°C por una hora y sumergida en agua fría) para producir los hongos era muy escasa y difícil de conseguir ya que estos lugares no son propicios para obtener paja de trigo de buena calidad y en cantidad suficiente para emplearla como materia prima en la producción de hongos comestibles, además de que este sobrante de las cosechas se utilizan para alimentar el ganado, material de construcción y combustible (Morales *et al.*, 1996).

Ante esta situación se planteo la idea de buscar un sustituto de la paja de trigo, que fuera originario de la zona, de fácil obtención y barato, uno de los candidatos mas idóneos es la *Yucca filifera* que es una planta de 10 m de altura y con diámetros de hasta 90 cm. El tallo es monopódico y robusto en su parte inicial, posteriormente se ramifica, se cubre y protege en gran parte por las hojas muertas.

Tiene una distribución de desde el norte hasta el centro de México, en los estados de Chihuahua, Durango, Coahuila, Nuevo León, San Luis Potosí, Zacatecas, Guanajuato, Tamaulipas, Querétaro y Estado de México. Esta especie crece en las partes altas y medias de las laderas. Bajo estas condiciones la especie sufre una competencia ínter específica con: nanofanerófitas, caméfitas, y hemicriptófitas incluyendo *Larrea divaricata*, *Flouencia cernua*, *Prosopis glandulosa*, *Opuntia spp.* *Parthenium argentatum*, *P. incanum*, *Setaria leucophila*, *Boutelova karwimskii* y algunas otras especies de menor importancia.

Crece en lugares cuya precipitación va desde 250 mm hasta 550 mm anuales. Principalmente se utiliza la flor y el fruto como alimento, la inflorescencia se utiliza como forraje. En la industria farmacéutica, también se produce aceite comestible de la semilla o se utiliza para la industria de la celulosa en la fabricación de papel kraft, papel resistente a la ruptura y al desgaste.



#### **4.1.21.- *Yucca filifera*.**

##### **4.1.21.1.- Taxonomía:**

**Nombre científico:** *Yucca filifera*.

**Sinonimia:** *Yucca australis*, *Yucca bacata australis*, *Yucca traculeana*

**Nombre(s) común(es):** Izote (Valle de México), Palma corriente (Querétaro), Palma grande (Coahuila) y Palma china en San Luis Potosí.

**Status:** Ninguno.

**Origen:** Es nativa de México.

**Forma biológica:** Palma de 10 m de altura y con diámetros de hasta 90 cm. El tallo es monopódico y robusto en su parte inicial, posteriormente se ramifica y se cubre y protege en gran parte por las hojas muertas.

**Fenología:** La floración es de mayo a julio.

**Distribución en México:** Desde el norte hasta el centro de México.

## **IV.II.- Holismo.**

### **4.2.1.- Enfoque Holístico:**

El término "holismo", del griego HOLOS (todo) "se refiere a una manera de entender la realidad desde el punto de vista de varias unidades integradas cuyas unidades no pueden reducirse a las unidades más pequeñas." (Capra, 1992). En este modo de concebir lo real, la clásica división sujeto-objeto desaparece; el sí-mismo y el otro permanecen irrevocablemente entrelazados y el asunto no es ya "aprehender" la realidad objetiva, sino participar de ella.

El holismo es un enfoque tanto ontológico como epistemológico, que no es enteramente nuevo en Occidente, sino que tiene sus raíces en el pensamiento pre-racional, en el que el hombre concibe el mundo bajo una 'visión encantada', la que da lugar a un sentimiento de unidad con la vida y con el cosmos. A partir de la Revolución Científica de los siglos XVI-XVII, este enfoque fue siendo desplazado por el llamado Paradigma de la Modernidad (Berman, 1981).

En la actualidad vuelve a ser considerado y reforzado, al menos en su esencia, por los resultados de la ciencia física, la cibernética y la investigación del cerebro. De hecho, en las tres primeras décadas del siglo xx, tuvo lugar en el campo de la Física un dramático cambio de ideas. "La exploración del mundo atómico y subatómico hizo a los científicos de comienzos de siglo entrar en contacto con una realidad extraña e inesperada que parecía desafiar cualquier explicación coherente".

En sus esfuerzos por comprender esta nueva realidad, se dieron cuenta, muy a su pesar, de que sus conceptos básicos, su lenguaje y toda su manera de pensar eran inadecuados para describir los fenómenos atómicos." (Capra, 1992). Estos profundos cambios en el campo de la física han trascendido a todos los ámbitos de la ciencia, potenciando los inicios de una transformación radical de nuestros pensamientos, de nuestras percepciones y de nuestros valores.

Esta transformación se está imponiendo cada vez con mayor fuerza en el mundo de hoy, caracterizado por sus interconexiones a nivel global, en el que los fenómenos biológicos, psicológicos, sociales y ambientales son todos recíprocamente interdependientes.

Para el cambio conductual no basta saber y entender, es necesario practicar, pues la vida humana consiste esencialmente en "moverse". Un aspecto destacable generado por la emergencia y desarrollo de este enfoque es el rompimiento de fronteras entre las disciplinas en que se organiza el conocimiento, y parece responder a la necesidad de espiritualidad del hombre contemporáneo.

La perspectiva holística ha sido conocida como "sistémica" y el modo de pensar como "pensamiento sistémico" (Capra, 1995). Esta perspectiva holística ha sido marginal en la ciencia, incluyendo las ciencias agrícolas, como lo indica el hecho que los vocablos "holismo" y "holístico" han sido reconocidos por el Diccionario de la Real Academia Española solo recientemente, reconociendo como holismo a la "doctrina que propugna la concepción de cada realidad como un todo distinto de la suma de las partes que lo componen" y a las palabras holístico y holística como lo "perteneiente o relativo al holismo" (RAE, 2001).

Son dos las características esenciales del pensamiento sistémico, el cambio de énfasis de las partes al todo y la habilidad para focalizar la atención alternativamente en distintos niveles de sistemas (Capra, 1999). El cambio de énfasis de las partes al todo implica comprender que los sistemas vivos son totalidades integradas cuyas propiedades no pueden ser reducidas a las de sus partes más pequeñas. Sus propiedades esenciales o sistémicas, son propiedades del conjunto, que ninguna de las partes tiene por si sola.

Estas propiedades, denominadas emergentes, surgen de las relaciones organizativas entre las partes, es decir, de la configuración de relaciones ordenadas que caracterizan al sistema. Sin embargo, dichas propiedades son destruidas cuando el sistema es diseccionado en elementos aislados (Sarabia, 1995; Capra, 1999).

Por su parte, la habilidad para focalizar la atención alternativamente en distintos niveles de sistemas implica que los sistemas vivos son un todo en el que se coordina cada uno de sus subsistemas pero constituyen, a su vez, parte de sistemas de niveles más altos; es decir, son todo y son parte. Son sistemas dentro de otros sistemas más complejos. De hecho el planeta tierra ha sido considerado como un súper organismo al cual se le ha denominado Gaia (Lovelock, 1992).

En síntesis, podemos caracterizar el holismo como un paradigma de base que emerge, entre otras fuentes, de la Física moderna y que, a diferencia del paradigma moderno mecanicista, es orgánico y ecológico (Capra, 1999).

## **IV.III.-La producción de carne fomenta el hambre en el mundo.**

**4.3.1 Problemas ocasionados por el consumo de carne y otros derivados animales.** En la actualidad la preocupación es por los graves problemas sociales y ambientales a los que nos enfrentamos día con día y a un nivel global, sin embargo pocos de nosotros sabemos que hacer al respecto.

Afortunadamente hay un conocimiento cada vez mayor sobre las soluciones de estos problemas, ante esta situación a surgido una nueva perspectiva basada en la comprensión de la interacción de todas las cosas, cuando los impactos inadvertidos de las decisiones pequeñas de cada día, son vistas en un contexto mas grande donde sus implicaciones globales pueden ser reconocidas, empezamos a darnos cuenta de que tanto la raíz de nuestros problemas como la habilidad de resolverlos están dentro de cada uno de nosotros (EARTHSAVE FOUNDATION, 2004).

Cuando aplicamos estas perspectivas al simple acto de comer, descubrimos que hay efectos de largo alcance en el cambio fundamental entre naciones occidentales durante este siglo de una dieta basada en alimentos vegetales a una basada en alimentos animales. Por ejemplo, en 1985 los norteamericanos consumían la mitad de los cereales y las patatas de lo que lo hacían a finales del siglo pasado, 33% mas productos lácteos, 50 % mas carne vacuna y 280 % mas carne de aves (EARTHSAVE FOUNDATION, 2004).

Este cambio trajo como consecuencia una dieta con un tercio más de grasa, un quinto menos de carbohidratos y niveles de consumo de proteína que exceden considerablemente las recomendaciones oficiales (EARTHSAVE FOUNDATION, 2004).

La demanda en aumento de productos animales ha ocasionada una vasta redistribución de los recursos, ha fomentado la degradación de los ecosistemas globales y ha desbaratado y desplazado culturas indígenas a lo largo del mundo y el impacto sobre la salud humana ha sido igualmente devastador.

Si consideramos que la raíz de todos estos problemas esta en nuestros hábitos dietéticos personales y nuestra demanda de carne, aves y productos lácteos podemos empezar a ver que, cambiando nuestras dietas podemos desempeñar un importante papel para ayudar a sanar la tierra y para crear un mundo ecológicamente equilibrado para nuestros hijos. (EARTHSAVE FOUNDATION, 2004).

La mayor parte de los expertos en política alimentaria proponen una reducción drástica de la producción y del consumo global de carne. Se ha estimado que la población del planeta puede alcanzar los 7.000 millones en los próximos 25 años y que su alimentación no puede depender de la carne. Pero no es necesario esperar para ver los efectos del hambre, pues en la actualidad dos terceras partes de la humanidad estén subalimentadas. A algunos les podría parecer un desastre. Pero hagamos números. Si dividimos toda la tierra arable del mundo entre el número total de habitantes, a cada persona le correspondería media hectárea de tierra cultivable.

Imaginemos que hemos de decidir el uso que le vamos a dar a nuestra media hectárea. Podemos dejar crecer hierba o plantar forraje con el que alimentar a un buey, pero en ese caso utilizaríamos toda nuestra tierra para este propósito, sin poder cultivar nada más. [www.proyectopv.org/.../nocomercarnesolucionespract.htm](http://www.proyectopv.org/.../nocomercarnesolucionespract.htm)

Las proporciones de conversión alimento/carne varían en cada animal. Para conseguir un Kilo de carne necesitaremos 16 de alimento, si se trata de un buey, 6 si es un cerdo, 4 kilos si es un pavo y 3 si es un pollo. La producción de leche requiere aproximadamente un kilo de pienso por litro.

Si en la media hectárea hemos decidido criar un buey de 400 kilos de peso, conseguiremos 160 kilos de carne, pero sin poder plantar nada más en el terreno mientras viva el buey. La persona que centra su dieta en la carne para conseguir las 2.500 calorías diarias requiere una hectárea y media de terreno destinada a ganado. Si la misma persona basa su dieta en trigo, podrá alimentarse con la octava parte de una hectárea. Media hectárea cultivada con arroz y legumbres puede dar de comer a seis personas. (Jeavons, 2002).

Las personas que viven en países subdesarrollados no pueden permitirse el lujo de alimentar ganado con los cereales que cosechan. A medida que avanzan las ciencias ambientales, es cada vez más evidente que el apetito humano de carne animal agrava la mayoría de los problemas ambientales, como la deforestación, la erosión, la escasez de agua potable, la contaminación atmosférica y del agua, el cambio climático y la pérdida de biodiversidad.

[www.proyectopv.org/.../nocomercarnesolucionespract.htm](http://www.proyectopv.org/.../nocomercarnesolucionespract.htm)

Albert Einstein, más conocido por sus trabajos en física y matemáticas que por su interés por el mundo viviente, una vez dijo: "Nada beneficiará tanto a la salud humana y aumentará las oportunidades de supervivencia de la vida en la Tierra como una dieta vegetariana". No creemos que sólo se refería a la alimentación. En esta revisión de literatura no se ha dicho nada sobre el papel de la carne en la dieta, aunque habría mucho que decir, además de las enfermedades del corazón. Tampoco hemos abordado la ética del vegetarianismo, o los derechos de los animales.

El propósito de esas omisiones no es hacer caso omiso de esas preocupaciones, sino señalar que sólo en base a fundamentos ecológicos y económicos, comer carne es ya una amenaza para la especie humana. La era de una alimentación basada fundamentalmente en la carne pasará, al igual que el petróleo, y ambos declives están estrechamente relacionados.

[http://www.ecoport.al.net/Contenido/Temas\\_Especiales/Educacion\\_Ambiental/Comer\\_Carne\\_Es\\_Sostenible](http://www.ecoport.al.net/Contenido/Temas_Especiales/Educacion_Ambiental/Comer_Carne_Es_Sostenible)

El cultivo de hongos comestibles se sustenta en la idea de aprovechar los subproductos agrícolas con el fin de generar un producto alimenticio. Es una tecnología fácil de implementar y puede convertirse en una fuente secundaria de ingresos económicos, presenta ventajas ya que no se requiere de productos químicos; una vez que se obtuvo el producto comestible, del sustrato se puede obtener abono orgánico, mediante los procesos de composteo y vermicomposteo, estos a su vez pueden utilizarse como abonos orgánicos para la producción de plantas y hortalizas; también, hay un efecto directo en la conservación y mejora de la calidad de los suelos (Martínez *et al.*, 1990).



## **V.-Materiales y Métodos**

### **5.1.-Descripción de sitio.**

La presente investigación se basó en un estudio experimental comparativo, para encontrar el sustituto de la paja de trigo con mejor rendimiento en el cultivo de *Pleurotus ostreatus*, es decir, aquel que promoviera mayor crecimiento de éste, teniendo en cuenta las características morfológicas que debe tener este hongo.

La fase experimental se llevara a cabo en el laboratorio de agroindustrias del departamento de Fitomejoramiento en la Universidad Autónoma Agraria Antonio Narro, Calzada Antonio Narro # 1923, Saltillo, Coahuila, México, C.P 25315, del 14 de Abril al 2 de junio del 2010.

### **5.2.-Características climáticas.**

El experimento se realizo en un cuarto serado en donde las condiciones del experimento son homogéneas para todos los tratamientos y controladas por el investigador.

### **5.3.-Procedimiento.**

El presente procedimiento esta estructurado en cuatro partes con dos subtemas. Estos temas se enfocan concretamente al proceso productivo de las setas, así como los factores que influyen en el proceso mismo y los materiales a utilizar.

### **5.3.1.-Parte 1. Descripción del área, sustrato y siembra del micelio.**

#### **1.- Características del área:**

Para el cultivo del hongo seta se requiere de las siguientes áreas:

a). Área de almacenamiento de sustratos e insumos.

Este sitio es donde se depositan los materiales o sustratos a utilizar, los cuales pueden ser pajas secas.

b). Área de pasteurización y siembra.

En esta área se requerirá de materiales locales (bidón, agua, parilla, combustible, balanza, bolsas de plástico, etc.) con la finalidad de realizar una asepsia del sustrato de que se trate para eliminar todo microorganismo o bioespora de otro hongo no deseable y que contamine el material elegido. En esta área se requiere de una mesa con características que faciliten su lavado y desinfección. Debe ser un área con mínimas corrientes de aire para prevenir la contaminación del sustrato.

C). Área de incubación.

El área de incubación debe ser un cuarto oscuro con bancales, literas o estructuras específicas para colocar las bolsas. Se requiere de una fuente de energía para iluminar el área cuando sea necesario.

d). Área de producción.

El área de producción puede ser la misma que la de incubación, debe ser un cuarto con un 50% de Iluminación indirecta, para estimular estimulando el brote y crecimiento de primordios; para lo cual debe mantenerse una humedad de 80% y una temperatura entre los 18 y 30 °C.

## **2.- Sustratos:**

Se llama sustrato al material que proporciona alimentación al hongo. El sustrato adecuado debe ser de un tamaño de 5 a 15cm ya que con estos tamaños se han tenido mejores resultados, además el sustrato debe ser homogéneo para posteriormente llevarlo a un proceso de pasteurización.

## **3.- Pasteurización:**

La pasteurización se efectúa con quemadores de gas doméstico, un caso metálico de 100 litros de agua llenado en sus  $\frac{3}{4}$  partes. Se calienta hasta alcanzar temperaturas de ebullición. En una arpillera se coloca el sustrato seco, a este sustrato se le da un tratamiento de inmersión en agua caliente durante dos hora (93-100°C). Pasado este tiempo se deja escurrir de 15 a 20 minutos, o hasta que deje de gotear (humedad 70-80% aproximadamente). En una mesa perfectamente lavada y desinfectada con alcohol se vacía el sustrato estéril y se deja enfriar, para proceder a la siembra.

#### **4.- Siembra:**

El micelio es lo que dará origen al hongo. El micelio viene usualmente crecido sobre granos de cereal (sorgo) hidratado. La siembra es un procedimiento que consiste en mezclar el micelio con el sustrato. Se utilizaran 20 bolsas de polietileno transparentes de 70 x 90cm. Las bolsas se perforan cada 5 cm con una aguja de disección perfectamente desinfectada y se colocan 200 gr de sustrato (paja de trigo, tallo de yucca, raíz de yucca y hoja de yucca). Para proceder a la siembra el sustrato ya pasteurizado, se deja enfriar de preferencia volteándola para que escape el vapor de agua atrapado. Para ser sembrada, el contenido de humedad del sustrato debe estar entre el 70 y el 80 %. No es recomendable sembrar con niveles de humedad mayores que los indicados, porque el hongo necesita para su crecimiento de ciertos espacios porosos, esto le permite que el intercambio de gases sea el óptimo para su crecimiento. La temperatura óptima para sembrar es de 24 a 25 °C (cuando todavía está un poco tibia). La cantidad de semilla utilizada es una cantidad representativa de lo que se pueda tomar con los dedos de la mano de 4 a 8 gr aproximadamente.

El llenado de la bolsa se realiza colocando una capa de sustrato de 10 cm aproximadamente seguido de una capa de semilla (lo que alcance a tomar la mano esparciéndolo en la periferia de la bolsa), y así sucesivamente; hasta alcanzar la altura deseada, entonces, se cierra perfectamente la bolsa. Esta es etiquetada con la fecha de siembra y colocada en el área de incubación.

## **Parte 2. Periodo de incubación y manejo.**

### **5.- Incubación:**

Una vez sembrado el hongo inicia su crecimiento sobre el sustrato en que fue sembrado, durante las primeras 24 horas el micelio crecerá poco debido a que debe adaptarse al cambio del medio y por la manipulación que se hace es dañado un poco y debe recuperarse. El crecimiento acelerado inicia aproximadamente a las 48 horas, dependiendo de las condiciones ambientales. Durante un período de 15 días el hongo utiliza lignina y celulosa como fuente de energía para la síntesis de proteína y otras sustancias metabólicas. La incubación como proceso biológico es determinada por las condiciones ambientales y físicas que prevalezcan en el cuarto de incubación.

### **6.- Factores de la incubación:**

Los factores críticos que se controlan en este proceso son la temperatura, CO<sub>2</sub> y humedad que influyen en el desarrollo del hongo. Cuando la temperatura excede los 30 °C el ritmo de crecimiento se vuelve lento llegando a la detención total y muerte del micelio a los 40°C. Si la temperatura baja el riesgo de contaminación por hongos competidores es mayor y cuando es de 4 °C o menos el micelio sufre daños graves y puede incluso morir.

## **7.- Período de inducción:**

Desde el momento en que se determina que la incubación ha sido completada, se inicia la fase de fructificación o iniciación de primordios. La aparición de primordios de cuerpos fructíferos requiere del manejo adecuado de los factores ambientales, la temperatura va de los 18 a los 23 °C; la humedad del aire debe ser del 80 al 95 %, se proporciona iluminación de 8 a 12 horas.

Durante este período se debe mantener la ventilación para que el aire fresco baje la temperatura y remueva el CO<sub>2</sub>. La humedad es otro factor indispensable que favorece la estimulación de los primordios, a fin de mantener esta humedad se dan riegos frecuentes según lo requiera.

El manejo del cultivo en esta etapa necesita de orificios más grandes que favorezcan la difusión de gases, la disminución de la temperatura y el contacto con un ambiente húmedo.

Es importante controlar adecuadamente el ambiente en esta etapa, ya que de ello depende en gran parte la cosecha de hongos, porque en esta etapa es cuando se forman y porque es en la primera cosecha cuando se obtiene cerca del 50-60 % del rendimiento del cultivo.

## **Parte 3. Cosecha.**

### **8.- Características de la cosecha:**

La primera cosecha se realiza a partir del día 25 al 40 dependiendo de las condiciones climáticas, cuando los frutos han alcanzado la madurez fisiológica que se caracteriza por un diámetro de 10 cm para el mercado local y de 6 cm para exportación y de largo de a 6 a 12 cm.

Generalmente es posible realizar una segunda cosecha de 15 a 20 días después del primer corte y una tercera cosecha a los 20 días siguientes.

La cosecha se debe de realizar en el momento preciso para evitar que las setas se deshidraten rápidamente o se pudran y pierdan las características organolépticas deseadas. Al cosechar, los cuerpos se deben cortar, no arrancar, y colocarlos en charolas o bolsas para su uso y manejo.

#### **Parte 4. Toma de datos y medidas.**

##### **9.- Eficiencia biológica:**

Para el cálculo de La eficiencia biológica de *Pleurotus ostreatus* se empleara la siguiente formula:

$$\text{Eficiencia biológica (EB)} = \frac{\text{Peso del hongo fresco (PHF)}}{\text{Peso del sustrato seco (PSS)}} \times 100$$

##### **10.-Medicion del diámetro y longitud del pie y sombrero del hongo:**

La toma de medidas se efectuara con un vernier o pie de rey, con el que se medirá la longitud, el diámetro del pie del hongo y el diámetro del sombrero del hongo.

#### **5.4.-Diseño experimental.**

El experimento se evaluó con un diseño de bloques completos al azar. (T3, T2, T4, T1), con cinco repeticiones para cada tratamiento. T1: testigo (200 gr de paja de trigo), T2: 200 gr de tallo de Yucca, T3: 200 gr de hoja de Yucca y T4: 200 gr de raíz de Yucca.

En el cuadro 6.- Se aprecia la distribución la distribución de cada tratamiento para cada bloque.

<b>Bloques</b>			
<b>T3</b>	<b>T2</b>	<b>T4</b>	<b>T1</b>
<b>T3R5</b>	<b>T2R1</b>	<b>T4R2</b>	<b>T1R3</b>
<b>T3R1</b>	<b>T2 R4</b>	<b>T4R3</b>	<b>T1R5</b>
<b>T3R3</b>	<b>T2R5</b>	<b>T4R5</b>	<b>T1R2</b>
<b>T3R4</b>	<b>T2R2</b>	<b>T4R4</b>	<b>T1R1</b>
<b>T3R2</b>	<b>T2R3</b>	<b>T4R1</b>	<b>T1R3</b>

**Cuadro 6.-** Distribución de los tratamientos.

## **5.5.- Variables independientes.**

a).- Temperatura, b).- Humedad, c).- Contenido de CO<sub>2</sub>.

## **5.6.- Variables dependientes.**

Las variables agronómicas a evaluar en esta investigación son: a).- Diámetro de sombrero, b) Diámetro del pie, c).- Longitud del pie, d) Eficiencia biológica, e).- Peso fresco.

Para determinar el diámetro de sombrero, diámetro del pie y longitud del pie se utilizo un vernier o pie de rey con el que se tomaron las medidas de los hongos en cm. Para tomar las medidas de los hongos es necesario separar el hongo del sustrato, con ayuda de un bisturí para no dañar al hongo ni el sustrato, el corte se realiza al ras del sustrato procurando cortar y no arrancar.



Ya cosechado el hongo se pesa con la ayuda de una balanza granataria, Modelo JOGUADIN, N. Serie 153028, con capacitada para 10 Kg. Después del pesado se procede a la toma de medias (diámetro de sombrero, diámetro del pie y longitud del pie) y se anotan en una libreta junto con el peso fresco del hongo para calcular la eficiencia biológica.

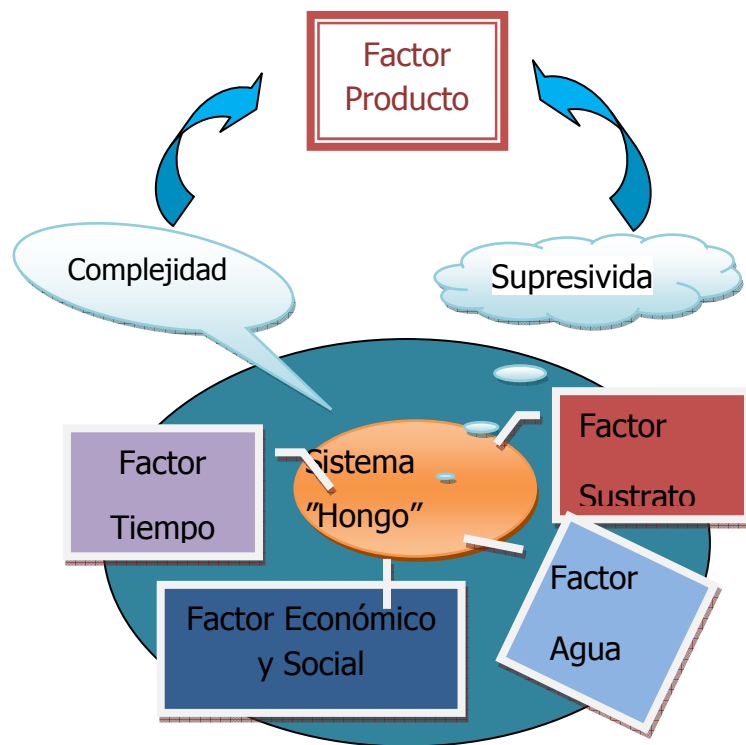
Posterior se realiza el análisis estadístico, con la ayuda del programa de paquete de diseños experimentales FAUANL versión 2.5. Facultad de Agronomía UANL, con un diseño de bloques completaos al azar.

## **5.7.- Manejo holístico:**

Se utilizara un enfoque holístico para evaluar los factores que intervienen en la producción, en el que se cuantificara los costos económicos y ecológicos de producción de las setas. Enfoque holístico para la producción de setas. Para Capra (1999) el concepto de autoorganización (organización espontánea) emerge como el concepto central de la visión sistémica de la vida. La teoría moderna de la complejidad postula que a través de la organización espontánea los sistemas de elevada complejidad encuentran por si mismos, las formas óptimas de organización y funcionamiento. Estipula también que deben mantenerse a un mínimo los controles externos, que son los que vulneran al sistema y lo llevan al borde del colapso.

Es factible entonces que en los agroecosistemas la supresividad pudiera surgir al estimular la complejidad (García, 2000). El cultivo de setas se sustenta en la idea de aprovechar los subproductos agrícolas con el fin de generar un producto alimenticio.

El problema parece ser el reduccionismo con el que se enfoca la manera de producir las setas, en la que solo se tiene la intención de producir una cantidad  $X$ , con un sustrato  $X$ , sin tomar en cuenta que para que el sistema hongo se desarrolle y fructifique tienen que intervenir una serie de factores, que son los que determinan cuanto se va a producir en el sustrato. Dicho de otra manera al suprimir la complejidad, se limita el potencial de desarrollo de la productividad, que es el que regula el funcionamiento y productividad del sistema. Figura 4.- Desarrollo de la complejidad y productividad en el sistema de producción de hongos (*Pleurotus ostreatus*).



**Figura 4.-** Complejidad y productividad en el sistema de producción de hongos.

**5.7.1.- Elementos que conforman los distintos factores (complejidad y supresividad) a evaluar en la producción de hongos en el semidesierto.**

**5.7.1.1.- Factor sustrato (g):**

a).- Cantidad de agua necesaria para producir el sustrato. b).- Cantidad y tipo de sustrato disponible.

**5.7.1.2.- Factor Agua (ml):**

a).- Cantidad del agua utilizada para producir los hongos. b).- Calidad del agua utilizada para producir los hongos.

**5.7.1.3.- Factor económico y social (\$):**

a).- Infraestructura. b).- Mano de obra (edad y sexo). c).- Inversión inicial.

**5.7.1.4.- Factor tiempo (Días):**

a).- Fase vegetativa. b).- Fase reproductiva.

**5.7.1.5.- Producto (+):**

a).- Peso fresco. b).- Eficiencia biológica. c).- Precio. d).- Comparación del sistema de producción de hongos vs el sistema de producción de carne.

## 5.8.- Calendario de actividades.

Actividades	E	F	M	A	M	J	J	A	S	O	N	D	E
Revisión de literatura.		X	X	X	X	X	X	X	X	X	X		
Establecimiento del experimento.				X									
Preparación del sustrato.				X									
Riego				X	X	X							
Inoculación.				X									
Incubación.				X	X								
Fructificación.					X	X							
Cosecha.					X	X							
Análisis estadístico.							X	X					
Resultados y discusión.									X	X			
Conclusión.											X		

## VI.-Resultados y Discusión.

En el cuadro 6.1 se aprecia el comportamiento en la producción de hongos en peso fresco para cada tratamiento, en los cuatro muestreos realizados a lo largo del ciclo productivo del cultivo de *Pleurotus ostreatus*.

**Cuadro 6.1.- Pesos frescos obtenidos en los cuatro muestreos (g).**

Fechas de muestreo.															
11/05/2010				15/05/2010				22/05/2010				02/06/2010			
T1	T2	T3	T4	T1	T2	T3	T4	T1	T2	T3	T4	T1	T2	T3	T4
200	190	150	185	185	160	130	150*	140*	125	75	90	90*	75	20*	40
200	185	145	180*	180	160	120	140	130	100	60*	75	80	60*	25	35
190	190*	145	180	175	150*	125	145*	135	100	70	85	95*	80	15*	45
200	200	150	190	175	155	125	145	145*	125	80	80	85	80	20	30*
190	190*	140	185*	190*	155	130	150	135	130	75	90*	75	75*	25	40*

\* Se utilizó el método de estimación de parcelas perdidas. Steel y Torrie (1992).

En el cuadro 6.2 se aprecia el comportamiento en el diámetro del sombrero de los hongos en cada tratamiento, en los cuatro muestreos realizados a lo largo del ciclo productivo del cultivo de *Pleurotus ostreatus*.

**Cuadro 6.2.- Diámetro del sombrero (cm).**

Fechas de muestreo.															
11/05/2010				15/05/2010				22/05/201				02/06/2010			
T1	T2	T3	T4	T1	T2	T3	T4	T1	T2	T3	T4	T1	T2	T3	T4
6.0	6.0	5.5	6.0	5.0	4.5	6.0	6.0	6.0	6.0	4.0	6.0	5.5	5.0	4.5	5.5
6.5	6.5	5.0	4.0	5.5	5.5	5.0	6.0	5.0	6.0	4.5	6.5	5.0	4.5	4.5	4.0
5.0	5.0	6.0	5.0	6.0	5.0	5.5	5.0	5.5	5.0	4.0	5.0	4.5	3.0	4.0	4.5
5.5	6.0	6.5	5.0	6.5	6.5	6.0	5.0	6.0	5.0	5.0	5.5	4.5	3.5	3.0	3.5
5.0	6.5	5.5	5.0	4.5	6.0	5.0	5.5	5.0	5.5	4.0	5.5	3.0	4.0	3.5	4.0

6.2.- Diámetro del sombrero de los hongos cosechados.

En el cuadro 6.3 se aprecia el comportamiento en el diámetro del pie de los hongos en cada tratamiento, en los cuatro muestreos realizados a lo largo del ciclo productivo del cultivo de *Pleurotus ostreatus*.

**Cuadro 6.3.-Diámetro de pie (cm).**

Fechas de muestreo.															
11/05/2010				15/05/2010				22/05/2010				02/06/2010			
T1	T2	T3	T4	T1	T2	T3	T4	T1	T2	T3	T4	T1	T2	T3	T4
0.5	0.5	0.5	0.4	0.5	0.5	0.5	0.4	0.4	0.5	0.4	0.4	0.4	0.5	0.4	0.4
0.8	0.5	0.4	0.3	0.4	0.8	0.5	0.5	0.4	0.5	0.5	0.5	0.5	0.5	0.4	0.5
0.7	0.5	0.5	0.6	0.5	0.7	0.4	0.3	0.3	0.4	0.5	0.6	0.5	0.4	0.5	0.5
0.4	0.4	0.8	0.8	0.8	0.4	0.4	0.5	0.6	0.6	0.4	0.5	0.4	0.6	0.5	0.5
0.5	0.4	0.6	0.5	0.5	0.5	0.5	0.8	0.5	0.6	0.5	0.3	0.5	0.6	0.6	0.4

6.3.-Diámetro de pie de los hongos cosechados.

En el cuadro 6.4 se aprecia el comportamiento en la longitud del pie de los hongos en cada tratamiento, en los cuatro muestreos realizados a lo largo del ciclo productivo del cultivo de *Pleurotus ostreatus*.

**Cuadro 6.4.-Lomgitud de pie (cm).**

Fechas de muestreo.															
11/05/2010				15/05/2010				22/05/2010				02/06/2010			
T1	T2	T3	T5	T1	T2	T3	T5	T1	T2	T3	T5	T1	T2	T3	T5
3.5	5.0	4.5	4.5	4.5	3.5	4.5	5.0	3.5	4.5	3.0	4.0	4.0	5.0	3.5	4.0
4.0	4.5	4.0	4.5	4.5	4.0	4.0	4.0	5.0	3.5	4.5	4.0	3.5	4.5	3.5	4.0
3.5	3.5	4.5	3.5	3.5	3.5	5.0	3.5	4.5	3.5	3.5	3.5	4.0	4.0	4.0	3.0
4.5	3.0	3.0	3.5	3.5	4.0	3.0	3.0	4.5	5.0	4.0	4.0	3.0	4.0	4.5	5.0
4.0	3.0	3.5	5.0	5.0	4.5	3.0	3.5	5.0	4.0	3.0	5.0	5.0	3.5	4.5	5.0

6.4.-Lomgitud de pie de los hongos cosechados.

Para el análisis de varianza y comparación de medias se utilizó el método de Transformación raíz cuadrada ( $\sqrt{Y}$ ), este método es útil para la estandarización de los datos, antes de proceder al análisis de varianza. Steel y Torrie (1992).

### 6.5.1.- Análisis de varianza y comparación de medias del peso fresco.

Cuadro 6.5.1.- Análisis de varianza y comparación de medias del peso fresco (PF) de un cultivo de *Pleurotus ostreatus* en paja de trigo (testigo), tallo de *Yucca*, raíz de *Yucca* y hoja de *Yucca*.

Tratamientos	Variables	Fechas de muestreo			
		11/05/2010	15/05/2010	22/05/2010	02/06/2010
Testigo	PF	13.9989 A <sup>@</sup>	13.4518 A	11.7026 A	9.1515 A
200 gr tallo		13.8191 A	12.4890 B	10.7525 B	8.5909 A
200 gr raíz		12.3940 B	11.2237 D	8.4754 C	4.5634 C
200 gr hoja		13.5639 A	12.0820 C	9.1595 C	6.1501 B
C.V. (%)		3.02	1.18	3.11	6.88
.		**	**	**	**

@ = Promedios seguidos de la misma letra, en las columnas, son estadísticamente iguales (TUKEY=0.01).

C.V. = Coeficiente de variación.

\*, \*\*, NS = Diferencias significativas ( $p=0.05$ ), Altamente significativas ( $p=0.01$ ) y no significativas.

El análisis de varianza y comparación de medias mostró diferencias altamente significativas ( $p=0.01$ ) en el primer muestreo realizado al PF, el tratamiento testigo presento una tasa de producción de 13.99% a los 28 días después de la siembra, comparado con los tratamientos de tallo y hoja, que presentaron una tendencia similar en su tasa de producción con 13.81% y 13.56% respectivamente en el mismo tiempo, en comparación con el testigo el tratamiento raíz fue el que tubo la mas baja tasa de producción en el mismo tiempo transcurrido.

Como se puede apreciar en la figura 5, estas fueron las máximas tasas de producción obtenidas en todo el experimento para los cuatro tratamientos, donde se puede apreciar una tendencia muy marcada a la disminución de la acumulación de biomasa al transcurrir el tiempo, ya que la cantidad de hongos producidos tiende a disminuir al agotarse el sustrato donde se desarrolla.

Figura 5.-Comportamiento y comparación de las medias del peso fresco

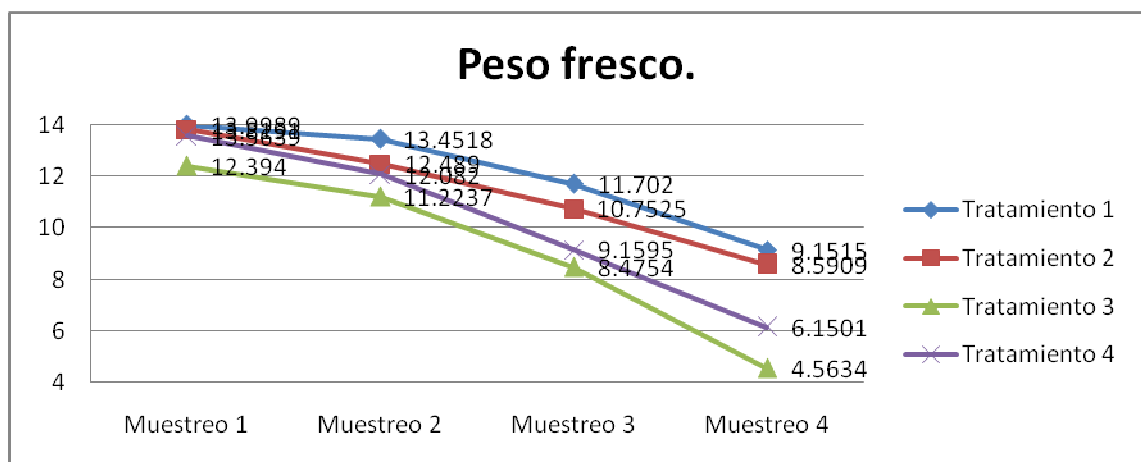


Figura 5.-Comportamiento y comparación de las medias del peso fresco.

Para el segundo muestreo el análisis de varianza y comparación de medias mostró diferencias altamente significativas ( $p=0.01$ ) para los cuatro tratamientos, donde el tratamiento testigo fue el que presentó una mayor tasa de producción con 13.45% a los 4 días después del primer muestreo realizado, en comparación con el testigo los tratamientos de tallo, raíz y hoja tuvieron una tasa de producción de 12.48%, 11.22% y 12.08% respectivamente en los mismos 4 días, e igualmente se puede apreciar la misma tendencia a la disminución de la acumulación de biomasa para los cuatro tratamientos al transcurrir el tiempo.



Para el tercer y cuarto muestreo se sigue apreciando la misma tendencia por parte de los cuatro tratamientos, donde el tratamiento testigo fue el que presento mejores resultados en su tasa de producción.

Estos resultados concuerdan con los reportados por (Velasco y Vargas, 2000) donde mencionan que es en la primera cosecha donde se obtiene cerca del 50 al 60 % del rendimiento total del cultivo del *Pleurotus ostreatus* y superiores a los reportados por (Aldama, 2000) en donde reporta un peso fresco de 1923.4448 gr en 2 cortes de un cultivo de *Pleurotus* spp, utilizando 4.325 Kg de hojarasca seca de almendro y por (López *et al.*, 2008) donde reporta una rentabilidad de 39.03 Kg/m<sup>2</sup> en sustrato de capacho de uchuva a los 41 días.

#### **6.5.2.- Análisis de la eficiencia biológica.**

Como se puede apreciar en el cuadro 6.5.2. El tratamiento paja fue el que obtuvo una mayor eficiencia biológica total de 307.7%, en comparación con los tratamientos tallo, raíz y hoja que obtuvieron una eficiencia biológica de 275%, 187% y 232.5% respectivamente. Si comparamos la eficiencia biológica del hongo en de cada planta podemos observar que la de la Yucca es la más alta, ya que al considerar las tres partes de la misma planta como un todo, obtenemos una eficiencia biológica de 695%, que es superior a la eficiencia biológica del hongo en la paja de trigo.

Estos resultados son superiores a los reportados por (López *et al.*, 2008) donde reportan una eficiencia biológica de 76.1% en un cultivo de *Pleurotus ostreatus* a los 41 días cultivado en un sustrato de capacho de uchuva y por los reportados por (Aldama, 2000) en donde reporta una eficiencia biológica de 44.47% en dos cortes realizados a un sustrato de hojarasca seca de almendro.

Cuadro 6.5.2. Análisis de la eficiencia biológica\* de un cultivo de *Pleurotus ostreatus* en paja de trigo, tallo de Yucca, raíz de Yucca y hoja de Yucca (sustratos).

Tratamientos	Variables	Fechas de muestreo								Total	
		11/05/2010		15/05/2010		19/05/2010		29/05/2010		g	%
		g <sup>ç</sup>	%	g	%	g	%	g	%	g	%
200 g paja	EF	200	100	185	92.5	140	70	90	45	615	307.5
200 g tallo		190	95	160	80	125	62.5	75	37.5	550	275
200 g raíz		150	75	130	65	75	37.5	20	10	375	187.5
200 g hoja		185	92.5	150	75	90	45	40	20	465	232.5

EF = Eficiencia biológica (%), \* = La eficiencia biológica se calcula dividiendo el peso fresco de los hongos cosechados, entre el peso seco del sustrato usado y multiplicando por 100. Ç = peso fresco del hongo cosechado.

### 6.5.3.- Análisis de varianza y comparación de medias del diámetro del sombrero, longitud de pie y diámetro de pie.

El análisis de varianza y comparación de medias no mostró diferencia significativa en el primer muestreo realizado al DS, LP y DP, estos resultados nos indican que ninguno de los cuatro tratamientos utilizados influyó negativamente en las características morfológicas del hongo en estudio. Para el segundo muestreo se sigue manteniendo la misma tendencia de estabilidad que en el primer muestreo.

En el tercer muestreo el análisis de varianza mostro una diferencia altamente significativa ( $p=0.01$ ) para el tratamiento raíz, que en comparación con el testigo, tuvo un desarrollo menor en el diámetro del sombrero, debido a que el tratamiento raíz tenía una menor capacidad para retener la humedad, provocando que este tratamiento necesitara de una mayor intensidad de riego que los demás tratamientos.

Cuadro 6.5.3.- Análisis de varianza y comparación de medias de un cultivo de *Pleurotus ostreatus* cultivado en paja de trigo, tallo de Yucca, raíz de Yucca y hoja de Yucca par evaluar su diámetro de sombrero, longitud de pie y diámetro de pie.

Tratamientos	Variables	Fechas de muestreo			
		11/05/2010	15/05/2010	19/05/2010	29/05/2010
Testigo	DS	2.3632 A <sup>@</sup>	2.3402 A	2.3432 A	2.0869 A
200 gr tallo		2.4267 A	2.3202 A	2.3432 A	1.9920 A
200 gr raíz		2.3850 A	2.3432 A	2.0715 B	1.9690 A
200 gr hoja		2.2314 A	2.3432 A	2.3851 A	2.0674 A
C.V. (%)		5.96	5.85	4.53	6.35
.		NS	NS	**	NS
Testigo	LP	1.9725 A	2.0440 A	2.1185 A	1.9677 A
200 gr tallo		1.9661 A	1.9725 A	2.0197 A	2.0698 A
200 gr raíz		1.9920 A	1.9642 A	1.8912 A	1.9968 A
200 gr hoja		2.0440 A	1.9419 A	2.0213 A	2.0408 A
C.V. (%)		8.66	8.76	7.66	8.71
.		NS	NS	NS	NS
Testigo	DP	0.7555 A	0.7296 A	0.6633 A	0.6772 A
200 gr tallo		0.6772 A	0.7555 A	0.7191 A	0.7191 A
200 gr raíz		0.7431 A	0.6772 A	0.6772 A	0.6453 A
200 gr hoja		0.7112 A	0.7112 A	0.6727 A	0.6453 A
C.V. (%)		13.73	15.29	11.46	9.74
.		NS	NS	NS	NS

@ = Promedios seguidos de la misma letra, en las columnas, son estadísticamente iguales (TUKEY=0.01).

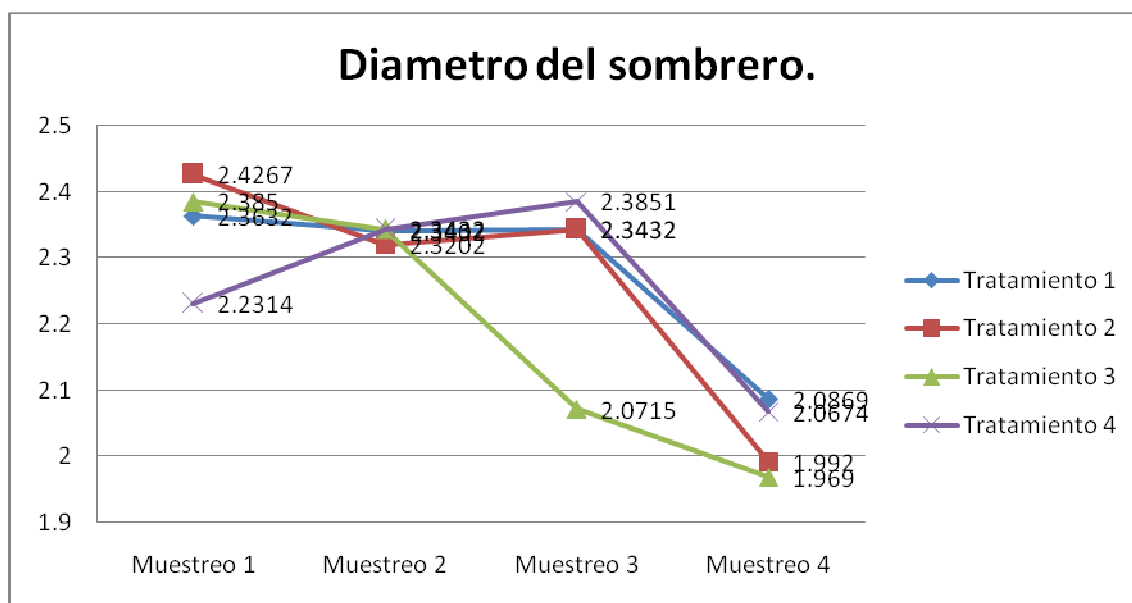
C.V. = Coeficiente de variación.

\*,\*\*,NS = Diferencias significativas ( $p=0.05$ ), Altamente significativas ( $p=0.01$ ) y no significativas.

DS= Diámetro del Sombrero, LP= Longitud de pie y DP= Diámetro de pie.

Estas afirmaciones se pueden observar en la figura 5.- Donde se aprecia que el tratamiento raíz fue el que tuvo menor peso fresco y en la figura 6, donde se aprecia el comportamiento de las medias de cada tratamiento, en donde el tratamiento raíz tubo un desarrollo menor que los demás tratamientos, en las demás variables se tubo un comportamiento normal que el testigo en sus características morfológicas y biológicas que caracterizan al hongo *Pleurotus ostreatus*.

Figura 6.- Comportamiento y comparación de las medias del diámetro del sombrero, a lo largo de los cuatro muestreos realizados en el ciclo productivo del cultivo de *Pleurotus ostreatus*.



**Figura 6.-** Comportamiento y comparación de las medias del diámetro del sombrero.

Figura 7.- Comportamiento y comparación de las medias de la longitud del pie de *Pleurotus ostreatus*, en los cuatro muestreos realizados a lo largo del ciclo productivo de este hongo en sus cuatro tratamientos.

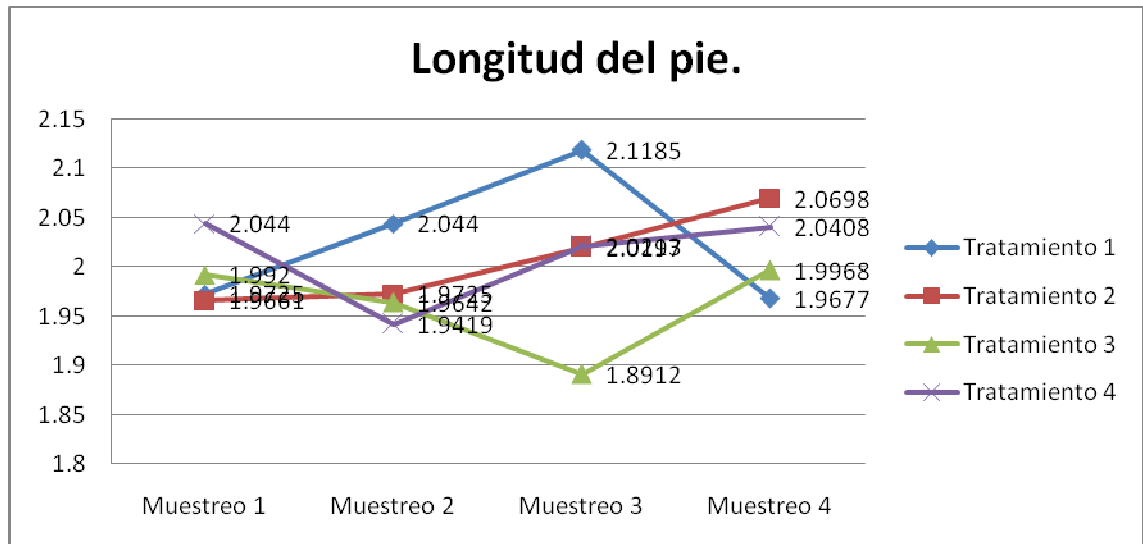


Figura 7.- Comportamiento y comparación de medias de la longitud del pie de *Pleurotus ostreatus* en los cuatro tratamientos utilizados.

Figura 8.- Comportamiento y comparación de las medias del diámetro del pie de *Pleurotus ostreatus*, en los cuatro muestreos realizados a lo largo del ciclo productivo de este hongo en sus cuatro tratamientos.

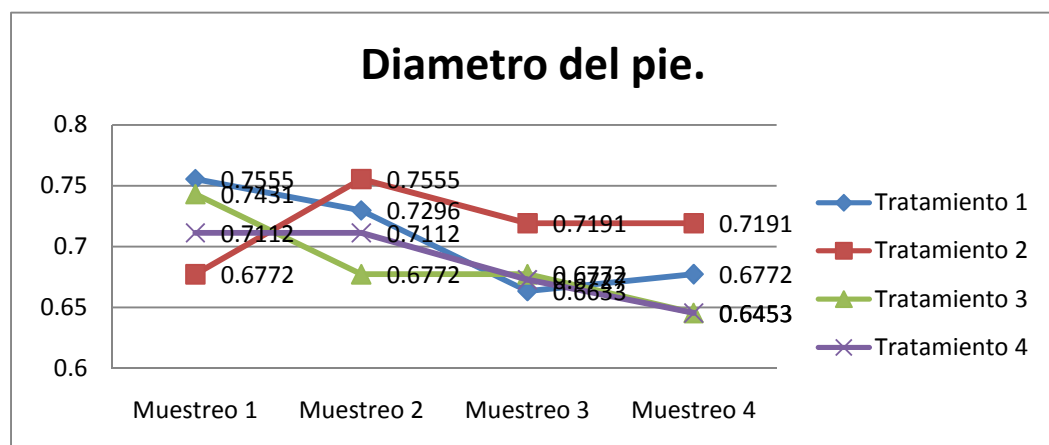


Figura 8.- Comparación y comportamiento de medias del diámetro del pie.

Para el cuarto muestreo se sigue observando la misma tendencia de estabilidad para las tres variables evaluadas en las que no hubo diferencias significativas entre los tratamientos. Por lo tanto, el uso de tallo, raíz u hoja de Yucca para la producción de hongos no interfiere en las características morfológicas representativas de esta especie de interés económico.

Ya que no existió diferencia estadísticamente significativa entre éstos, el sustrato no influyó en el desarrollo del diámetro de los sombreros. Según (Soto, 2004), el diámetro de los sombreros de los hongos producidos por bolsa no es relevante como su peso fresco, ya que lo importante de un sustrato es el rendimiento y la productividad en cuanto al peso fresco que éste pueda generar. Estos resultados concuerdan con los reportados por (López *et al.*, 2008) en donde observó que el tamaño de los carpóforos o sombreros en todos los residuos evaluados eran similares entre sí, con un promedio de 5 a 6 cm de diámetro, y tampoco existía una diferencia significativa con respecto al sustrato testigo.

#### **6.5.4.- Elementos que conforman los distintos factores (complejidad y supresividad) a evaluar en la producción de hongos en el semidesierto.**

6.5.4.- Factor sustrato (g):

6.5.4.1.- Cantidad de agua necesaria para producir el sustrato.

6.5.4.1.1.- Trigo. La producción de biomasa por los cultivos se realiza a expensas de la materia orgánica formada inicialmente por vía fotosintética, mediante las reacciones metabólicas del vegetal.

Al agricultor, no le interesa tanto la cantidad de agua que puedan transpirar las plantas, sino la que tiene que aportar al cultivo para que produzca una buena cosecha.

No toda el agua que el agricultor aporte al cultivo va a ser absorbida y transpirada por la planta ya que una parte de ella se evaporará directamente desde el suelo y otra se quedará fuera del alcance de las raíces de las plantas o se perderá por drenaje o escorrentía.

Cuanto mejor sea la técnica de aplicación del agua de riego, menores serán estas pérdidas, que en cierta medida pueden ser controladas por el agricultor. Además, al agricultor no le suele interesar toda la biomasa producida por la planta (no suele estar preocupado por la cantidad de raíces producidas excepto en algunos cultivos específicos) sino solamente la que puede cosechar, y dentro de ésta la que tiene valor comercial (grano, por ejemplo, en el caso de cereales). Así por ejemplo, tomando como referencia el caso de la producción de trigo en la Comunidad de Madrid en 1999 donde se dio una producción media de grano de 2.437 kg/ha y una pluviometría en el período Septiembre del 98 / Agosto del 99 de 290 mm (2.900 m<sup>3</sup>/ha), bastante inferior a la pluviometría media, la eficiencia en el uso del agua para la producción de grano sería de 0,84 g por cada litro de agua recibido, de 1,85 para toda la biomasa cosechada (5.361 t/ha de paja y grano) y de 2,22 si se tiene en cuenta toda la biomasa producida por la planta (6433 kg/ha), considerando una proporción paja/grano de 1,2 y una proporción raíz / parte aérea de 0,2 . Dicho de otra forma, para producir 1 kg de biomasa global en el trigo (expresada en materia seca) se necesitarían unos 450 litros de agua.

6.5.4.1.2.- *Yucca*. Esta especie crece en las partes altas y medias de las laderas en climas áridos, en lugares cuya precipitación va desde 250 mm hasta 550 mm anuales al ser planta de zonas áridas su crecimiento es lento, esta desventaja se puede remediar realizando un Programa de manejo integro de la *Yucca filifera* para su reproducción en viveros y reforestar las zonas devastados por las actividades humanas.

6.5.4.1.3.-Síntesis: El uso de la paja de trigo para la producción de hongos comestibles, es una alternativa aceptable para lugares donde este material es muy abundante y se tenga una gran cantidad de agua disponible para producirla, por que como ya sea mencionado, para producir 1 kg de biomasa de trigo se necesitan unos 450 litros de agua. En comparación con el uso de la *Yucca* para producir hongos comestibles, que es una planta de zonas áridas que necesita para crecer de 250 a 550 mm anuales.

El uso de la *Yucca* es una buena opción para la producción de hongos en el semidesierto mexicano, ya que en este lugar es más difícil encontrar paja de trigo y es más fácil obtener la *Yucca* para la producir de hongos. Ya que es una planta que se encuentra distribuida en los estados de Chihuahua, Durango, Coahuila, Nuevo León, San Luis Potosí, Zacatecas, Guanajuato, Tamaulipas, Querétaro y Estado de México.



#### 6.5.4.2.- Cantidad y tipo de sustrato disponible.

El rendimiento potencial de un cultivo, esta definido como el rendimiento obtenido bajo condiciones óptimas de manejo, sin limitante hídricas ni nutrientes, en ausencia de plagas, enfermedades y malezas y otros factores ambientales como radiación, temperatura, fotoperiodo y concentración de CO<sub>2</sub>; genéticos y sus interacciones. Son varios los factores que afectan el rendimiento, la temperatura y la radiación son los factores más importantes y los de mayor variabilidad espacio-temporal, ambos factores intervienen en la determinación de rendimientos en trigo.

Tomando como referencia el caso de la producción de trigo en la Comunidad de Madrid en 1999 donde se dio una producción media de grano de 2.437 kg/ha y una pluviometría en el período sept-98 / agosto-99 de 290 mm (2.900 m<sup>3</sup>/ha), la eficiencia en el uso del agua para la producción de biomasa cosechada es de (5.361 t/ha de paja y grano) y de 2,22 si se tiene en cuenta toda la biomasa producida por la planta (6433 kg/ha), considerando una proporción paja/grano.

En el caso de la Yucca la cantidad de sustrato que se puede obtener de una sola planta puede variar de 3 a 5 ton., es una de Palma de 10 m de altura y con diámetros de hasta 90 cm. El tallo es monopódico y robusto en su parte inicial, posteriormente se ramifica y se cubre y protege en gran parte por las hojas muertas.

### **6.5.5.- Factor Agua (ml):**

6.5.5.1.- Cantidad de agua utilizada para producir los hongos.

La cantidad de agua utilizada por los cuatro tratamientos en los 46 días que duro la producción de los hongos desde la siembra hasta el ultimo corte efectuado fue de 331.2 L totales, 7.2 L por día y 1.8 L por tratamiento, distribuidos en tres riegos diarios de 600 ml cada uno (mañana, tarde y noche).

6.5.5.2.- Calidad del agua utilizada para producir los hongos.

Se utilizo agua potable destinada para consumo humano extraída de subsuelo de la sierra de Zapaliname, que es un área natural protegida destinada para la captación de agua, que abástese al municipio de Saltillo, Coahuila y para la conservación de la flora y fauna nativa del semidesierto mexicano.

### **6.6.- Factor económico y social (\$):**

6.6.1.- Infraestructura.

Para el cultivo del hongo se requiere de las siguientes áreas:

a). Área de almacenamiento de sustratos e insumos.

Este sitio es donde se depositan los materiales o sustratos a utilizar, puede ser el patio, un carral, un techo o cualquier otra infraestructura disponible, que no requiera de una inversión económica.

b). Área de pasteurización y siembra.

En esta área se requerirá de materiales locales (bidón, agua, parilla, combustible o leña) con la finalidad de realizar una asepsia del sustrato de que se trate para eliminar todo microorganismo. En esta área se requiere de una mesa con características que faciliten su lavado y desinfección. Debe ser un área con mínimas corrientes de aire para prevenir la contaminación del sustrato como una cocina o un cuarto en desuso.

C. Área de incubación

El área de incubación debe ser un cuarto oscuro o con un 50% de iluminación indirecta con bancales, literas y/o estructuras específicas para colocar las bolsas.

d). Área de producción

Esta área puede ser la misma que la de incubación y puede ser un cuarto serado con ventanas y puerta.

6.6.2.- Mano de obra (edad y sexo).

La mano de obra puede ser cualquier persona responsable (hombre o mujer) que este al cuidado del cultivo de los hongos, sin ningún tipo de capacitación específica, que sea capaz de llevar a cabo los cuidados mínimos que requieren los hongos como riegos a tiempo y una buena higiene personal y del lugar de producción.

### 6.6.3.- Inversión inicial.

El monto inicial requerido para iniciar este proyecto es de \$ 400 a 600 pesos que servirán para cubrir los gastos efectuados, como materiales de desinfección, sustrato, adquisición del micelio del hongo para sembrar y mantenimiento o reparaciones del área de producción.

### 6.7.- Factor tiempo (Días):

#### 6.7.1.- Fase vegetativa.

La fase vegetativa tuvo una duración de 27 días del 14 de abril al 11 de mayo del 2010. Figura 9.- Bolsa con sustrato y micelio de *Pleurotus ostreatus* en desarrollo.



Figura 9.-Foto tomada el día 09 de mayo del 2010.

Figura 10.- Acercamiento a *Pleurotus ostreatus* en su etapa de crecimiento.



Figura 10.-Foto tomada el día 09 de mayo del 2010.

### 6.7.2.- Fase reproductiva.

La fase reproductiva tuvo una duración de 23 días del 11 de mayo al 2 de Junio del 2010.

Figura 11.- Bolsa con *Pleurotus ostreatus* antes de la cosecha.



Figura 11.-Foto tomada el día 11 de mayo del 2010.

Figura 12.- *Pleurotus ostreatus* después de la cosecha en su máximo de desarrollo.



Figura 12.-Foto tomada el día 11 de mayo del 2010.

## 6.8.- Producto (+):

### 6.8.1.- Peso fresco.

El peso fresco obtenido por cada tratamiento es el siguiente: en 200 g paja se obtuvo 615 g de hongo fresco, 200 g tallo se obtuvo 550 gr de hongo fresco, 200 g raíz se obtuvo 375 g de hongo fresco, 200 g hoja se obtuvo 465 g de hongo fresco, dando un total de 2,005 g de hongo fresco.

### 6.8.2.- Eficiencia biológica.

La eficiencia biológica obtenida por cada tratamiento es la siguiente: en 200 g paja se obtuvo una eficiencia biológica de 307.5 % total, 200 g tallo se obtuvo una eficiencia biológica de 275 % total, 200 g raíz se obtuvo una eficiencia biológica de 187.5% total, 200 g hoja se obtuvo una eficiencia biológica de 232.5% total, en los cuatro muestreos realizados respectivamente.

Figura 13.- Hongos de gran tamaño, *Pleurotus* es una especie capaz de alcanzar un tamaño de 25 a 30 cm.



Figura 13.-Foto tomada el día 15 de mayo del 2010.

### 6.8.3.- Precio.

El precio del hongo seta fresco en el mercado es de alrededor de \$ 32 pesos el kilogramo, si se produjeron 2,005 gr o 2.05 Kg se obtiene una ganancia de \$65.6 pesos con 20 bolsas de 200 gr de sustrato de paja y Yucca en 46 días. En un año con estos niveles de producción se obtendría una ganancia de \$520.5 pesos, el precio del mismo hongo en conserva es de \$ 50 pesos, en presentación de 250 g, si le damos este valor agregado se obtendría una ganancia de \$ 402 pesos en los mismos 46 días y en un año se obtendría una ganancia de \$ 3,181.84 pesos.

### **6.9.5.- Comparación del sistema de producción de hongos vs el sistema de producción de carne.**

Actualmente, la producción de hongos comestibles en México ofrece notables ventajas sociales, económicas y ecológicas. Se estima que la producción comercial en fresco es de aproximadamente 28,895 toneladas anuales. Nuestro país es el mayor productor de Latinoamérica, ya que genera alrededor del 56% de la producción total de esa región y lo ubica como el 18<sup>o</sup>. Productor a nivel mundial. El monto anual de las operaciones comerciales supera los 73 millones de dólares, generando alrededor de 15 mil empleos directos e indirectos. La importancia ecológica de esta actividad económica radica en la utilización y reciclaje de más de 280,000 toneladas anuales de subproductos agrícolas. A diferencia de otros países donde el cultivo de hongos comestibles es un negocio privado, su evolución en México ha tenido dos vertientes principales: el desarrollo industrial privado y la producción rural por el sector social.

Esta última vertiente es más reciente, generándose a partir de 1989 mediante el desarrollo del modelo sostenible de producción rural de hongos comestibles. A nivel internacional, la producción comercial de hongos comestibles es una actividad rentable, bastante dinámica y competitiva (Martínez *et al.*, 1999).

Como en toda actividad productiva, el equilibrio integral entre la tecnología, el capital, y el mercado determinan el éxito o fracaso de la empresa. Por esta razón, tanto en países desarrollados como aquellos en desarrollo, existen un gran número de compañías de hongos comestibles que han cerrado o fusionado sus operaciones para dar lugar a nuevas empresas o compañías de mayor nivel. Actualmente, el sector industrial mexicano se encuentra diversificado y en pleno desarrollo, ya que han logrado establecerse no tan sólo diversas empresas productoras de hongos comestibles, sino también empresas distribuidoras, exportadoras, importadoras, e incluso generadoras de fertilizantes orgánicos.

La producción rural de hongos comestibles ha dado lugar a un gran número de pequeños productores, principalmente de setas dada la sencillez y bajo costo de implementación de su sistema de cultivo. Este tipo de producción es normalmente temporal, por la forma en que la unidad de producción campesina ha integrado exitosamente el cultivo de hongos como una actividad adicional. Sin embargo, una proporción importante de productores rurales generan una producción inestable o efímera, ya que no tienen apoyos suficientes de capital y tecnología, ni tampoco planifican adecuadamente la comercialización del producto.



El potencial de la producción rural de hongos comestibles es significativo, ya que existen en distintas partes del país más de 6,000 sociedades y organizaciones campesinas e indígenas con posibilidades para desarrollarla. En general, la producción rural y comercial de hongos comestibles se encuentra localizada en la región central de México. Se aprovechan grandes cantidades de subproductos agrícolas y forestales como sustrato de cultivo, tales como las pajas de trigo, cebada, y sorgo; pulpa de café; bagazos de algodón, caña de azúcar, y tequila; rastrojos de maíz, haba, y frijol; fibra de coco; y hojas, hojarasca, o cáscaras de diversas plantas. Estos sustratos se preparan para su siembra, mediante fermentación aerobia y pasteurización, o por esterilización.

Los sistemas de producción utilizan cajas de madera o bolsas de plástico de diferentes tamaños, incubadas verticalmente o en anaqueles. Los cuartos de crecimiento y producción de los hongos comestibles son poco sofisticados y con control rústico de las variables ambientales (luz, humedad relativa, y ventilación), lo cual conduce a producción inestable y bajos rendimientos a lo largo del año. Pocas empresas están en posibilidades de efectuar procesamiento pos cosecha de hongos comestibles, la mayoría comercializa su producto fresco. Algunas empresas han realizado con éxito alianzas estratégicas con compañías capaces de envasar hongos comestibles a gran escala (Martínez *et al.*, 1999). A diferencia de las actividades agrícolas, ganaderas, y forestales que llevan siglos de practicarse en México, la biotecnología de producción de hongos comestibles tiene solamente unas cuantas décadas de desarrollo estable y creciente.

Por esta razón, el mayor impacto de los beneficios sociales, económicos, y ecológicos generados por esta actividad productiva toma lugar a principios del siglo. Sin embargo, considerando el actual contexto nacional e internacional, es imprescindible promover una mayor investigación básica y aplicada, vinculada directamente al sector de producción rural y comercial de hongos comestibles, en regiones estratégicas del país. Se trata de una forma racional de superar, en el corto plazo, las actuales limitaciones que impiden un mayor desarrollo de la industria a nivel nacional y regional, diseñando estrategias que favorezcan su sostenibilidad y consoliden su posición en los mercados internacionales.

La importancia ecológica de fortalecer la producción rural y comercial de hongos comestibles, radica en el año 2007 se utilizaron en el país cerca de 671,980 toneladas de subproductos, generando alrededor de 300,000 toneladas de abono orgánico directamente utilizable para las actividades agrícolas tradicionales o intensivas. Esta proporción es aún pequeña (0.33%) comparada con el volumen total de subproductos agrícolas, agroindustriales y forestales que se generan en México ( $\pm$  50.575,794 ton/año). Otro aspecto importante, en comparación con otros cultivos convencionales y agroindustrias, es la marcada eficiencia del proceso biotecnológico de producción de hongos comestibles para utilizar y convertir el agua y la energía en alimento humano (Martínez *et al.*, 1998). Se ha estimado que para producir 1 kg de hongos comestibles (*Pleurotus*) empleando tecnologías rústicas se requieren 28 L de agua, en un período de 25-30 días después de la inoculación.

Esta cantidad y período de producción son mucho menores que las estimaciones para otros alimentos y forrajes, tales como la papa (500 L/kg), trigo y alfalfa (900 L/kg), sorgo (1,110 L/kg), maíz (1,400 L/kg), arroz (1,912 L/kg), soya (2,000 L/kg), carne de pollo (3,500 L/kg), y carne de res (100,000 L/kg). Por consiguiente, se necesitan 3,571 veces más agua para producir 1 kg de carne de res, que para obtener 1 kg de hongos comestibles.

Con base en lo anterior, se puede establecer que el cultivo hongos comestibles aseguran la seguridad y soberanía alimentaria de México, esto es fundamental para fortalecer la sostenibilidad agrícola mediante el aprovechamiento y reciclaje de subproductos agroindustriales y forestales; para obtener un alimento humano socialmente aceptado de alto valor medicinal, proteínico, y comercial; y para incrementar la rentabilidad de los cultivos agrícolas. (Martínez *et al.*, 2000).

Por otra parte, a medida que avanzan las ciencias ambientales, es cada vez más evidente que el apetito humano de carne animal agrava la mayoría de los problemas ambientales, como la deforestación, la erosión, la escasez de agua potable, la contaminación atmosférica y del agua, el cambio climático y la pérdida de biodiversidad. ¿Cómo es que un tema aparentemente pequeño como el consumo individual de carne ha pasado tan rápidamente de los márgenes de la discusión sobre la sostenibilidad al centro del debate? En primer lugar, porque el consumo de carne per cápita se ha más que duplicado en el último medio siglo, a pesar del aumento de la población mundial. Por consiguiente, la demanda de carne se ha multiplicado por cinco.

Lo que ha aumentando la presión sobre la disponibilidad de agua, tierras, pastos, fertilizantes, energía, la capacidad de tratamiento de residuos (nitratos), y la mayor parte de los limitados recursos del planeta.

[http://www.ecoportal.net/Contenido/Temas\\_Especiales/Educacion\\_Ambiental/Comer\\_Carne\\_Es\\_Sostenible](http://www.ecoportal.net/Contenido/Temas_Especiales/Educacion_Ambiental/Comer_Carne_Es_Sostenible).

La producción de carne fomenta el hambre en el mundo. La demanda en aumento de productos animales ha ocasionado una vasta redistribución de los recursos, ha fomentado la degradación de los ecosistemas globales y ha desbaratado y desplazado culturas indígenas a lo largo del mundo. Earth save foundation, 706 Frederick Street, Santa Cruz California 95062-2205.

El impacto sobre la salud humana ha sido igualmente devastador, la producción de carne fomenta el hambre en el mundo, número de personas que podrían alimentarse si la tierra, el agua y la energía empleadas en criar al ganado quedasen libres si las personas redujesen su ingesta de carne un 10%: 100,000,000, número de personas que pueden alimentarse con los cereales y soja que come el ganado cada año: 1.000 millones, proporción de ganado frente a personas en la Tierra: Tres a uno. La producción de carne utiliza recursos incorrectamente, kilos de cereales y soja empleados para producir 450 gr de carne de Vaca 7 Kg, cantidad de nutriente despilfarrado al invertir cereales y soja en la crianza de ganado: Proteína=90%, Carbohidratos=99%, Fibra=100%. La producción de carne consume grandes cantidades de energía, calorías de combustible fósil gastadas para producir 1 caloría de proteína de carne de vaca: 78 Cal.

Energía gastada para producir una libra de carne de vaca alimentada con cereales: El equivalente a 4,5 litros de gasolina. Earth save foundation, 706 Frederick Street, Santa Cruz California 95062-2205.

La producción de carne provoca la destrucción de las selvas tropicales Superficie estimada de selva tropical destinada para el apacentamiento del ganado vacuno: 200.000 Kilómetros cuadrados, ritmo actual de especies en extinción debido a la destrucción de selvas tropicales y hábitats afines: 1,000 al año, causa principal de la destrucción de la selva tropical en Centroamérica: Producción de ganado, cantidad de selvas tropicales aniquiladas para crear pasto para el ganado: 25%, valor monetario de un cosecha de 50 años procedente de una hectárea de productos de la selva tropical que se dan de forma natural: 6,330 dólares, valor monetario de la producción durante 50 años de explotación ganadera de una hectárea de selva tropical destruida y quemada:2,960 dólares. Earth save foundation, 706 Frederick Street, Santa Cruz California 95062-2205.

La producción de carne aumenta la cantidad de pesticidas, el aumento en el uso global de pesticidas desde 1945 (cuando la agricultura basada en los petroquímicos se hizo popular): 3,300%, aumento en las pérdidas globales de cosechas debido a los insectos desde 1945: 20%, aumento en la cantidad de pesticidas aplicados por 4000 metros cuadrados de maíz desde 1945: 100,000%, aumento de los herbicidas totales usados que se aplican al maíz y a la soja (cosechas para forraje principalmente): 61%. Earth save foundation, 706 Frederick Street, Santa Cruz California 95062-2205.

## VIII. - Conclusion:

Se logro utilizar el tallo, hoja y raíz de *Yucca filifera* como sustrato para producir hongos comestibles en el semidesierto, con un manejo holístico a lo largo de todo el ciclo productivo del hongo, que en comparación con el testigo, obtuvo mejores resultados, en peso fresco y eficiencia biológica, al considerar a la planta de yucca, como un todo (tallo, hoja y raíz), comparándola con el testigo, que fue: paja de trigo, que logro buenos resultados , pero con mayores gastos económicos y ecológicos en su obtención y producción, ya que esta planta no se cultivo en esta zona y fue traída de otro lugar, ocasionando una perdida de recursos del agroecosistema donde se obtuvo.

Por lo tanto, se puede asegurar que el uso de *Yucca filifera*, es una muy buena alternativa, para la producción de hongos comestibles en el semidesierto mexicano. Ya que esta planta brinda los requerimientos necesarios para el buen desarrollo de los hongos (diámetro del sombrero, diámetro de pie, longitud de pie), sin comprometer la sustentabilidad del agroecosistema, ni la soberanía alimenticia de los campesinos.

## IX.- Literatura citada:

- Andrade, M.R.L. 1995. Evaluación de sustratos para la producción del hongo comestible Shiitake (*Lentinus edodes* Berck). En: Marroquín, J. (Ed). Memorias III Seminario Nacional sobre utilización de Encinos, Nuevo León, México. Publicación Especial No. 15 T. II: 715:728. ISSN-0185-6332. México.
- Altama, J.G. 2000. CULTIVO DEL HONGO COMESTIBLE *PLEUROTUS PULMONARIUS* SOBRE HOJARASCA DE ALMENDRO (*Terminalia catappa*), EN Q. ROO. Instituto Tecnológico de Chetumal. Chetumal Quintana Roo, México.
- Beltrán V. E, L.L.E. Campos, R.B. López, V.R. Oviedo, R.J. Rodríguez y M.G. Tovar. 1995. Producción Comercial de Setas (*Pleurotus* spp.) Manual de setas y champiñones S.A de C.V. México.
- Berman, M. 1981. El reencantamiento del mundo. Ed. Cuatro Vientos. Chile. 333pp.
- Breene, W.M. 1990. Nutritional and medicinal, value of specialty mushrooms University of Minnesota, Sf. Paul, M.N. En: Journal of Food Protection. (USA), Vol. 53 (10):883-894.
- Bullón, A. 2009. Señales de esperanza, 2<sup>da</sup> Edición. Ed. GEMA EDITORES. México, DF. 140 pp.
- Caballero, Alejandra y Montes, R. Joel (Compiladores) .1994. Agricultura sostenible. *Un acercamiento a la permacultura*. Universidad Autónoma de Tlaxcala. México. 234 PP.
- Capra, F. 1992.El Punto crucial (ciencia, sociedad y cultura naciente). 2<sup>da</sup> Edición. Ed. Troquel S.A. Buenos Aires. Argentina. 528 pp.

Capra, F. 1995. El Tao de la Física: una exploración de los paralelismos entre la física moderna y el misticismo oriental. Editorial Sirio, S.A. Málaga. España. 478 pp.

Capra F. 1999. *La Trama de la Vida. Una Nueva Perspectiva de los Sistemas*. Trad. Sempau D. 2ª ed. Anagrama. Barcelona, España. 367 pp.

Chang, S. T. & P. G. Miles, 1989. Edible mushrooms and their cultivation. CRC Press Inc., Boca Raton.

Chang, S.T. 1999. World production of cultivated edible and medicinal mushrooms in 1997 with emphasis on *Lentinus edodes* (Berk.) Sing. In China. International J. Med. Mush. 1:291-300.

Cruz Hernández, 2000. El poder curativo de los Hongos. Edición Selector, México.

Cruz, H. 2000. El poder curativo de hongos. Edición selector, México.

Diego, F. 1979. Setas. Ediciones Mundi-Prensa, España.

EARTHSAVE FOUNDATION. 2004. La producción de carne deteriora el Planeta. 706 FREDERICK STREET, SANTA CRUZ CALIFORNIA, 95062-2205.

[http://www.ecoportat.net/Contenido/Temas\\_Especiales/Educacion\\_Ambiental/Comer\\_Carne\\_Es\\_Sostenible](http://www.ecoportat.net/Contenido/Temas_Especiales/Educacion_Ambiental/Comer_Carne_Es_Sostenible).

Estrada M. E., J. A. Tovar, R. Garivay, A. Montoya y A. Moreno, 2000. ¿Que es etnomicología? . Nanacatl. Vol. 1: 29- 32

FAO. El hambre cuesta millones de vidas y miles de millones de dólares, el informe del la FAO, sobre el hambre, [www.fao.org/newsroom/es/news/2004/51809/index.html](http://www.fao.org/newsroom/es/news/2004/51809/index.html)



- FAO. Plan de acción de la Cumbre Mundial sobre la Alimentación. Dialogo entre las diversas partes interesadas, (10 al 13 de Junio del 2002).
- Ferri, F. 1985. *I funghi*. Edagricole, Bologna.
- García R. M. (1985). Nuevas técnicas e cultivo del *Pleurotus ostreatus*. Hojas Divulgadoras No. 8, Madrid, España.
- García R.M. (1998). Cultivo de setas y trufas. Tercera Edición. Ediciones Mundi –Prensa España.
- García R.M. 2003. Cultivo de setas y trufas. Cuarta Edición. Ediciones Mundi – Prensa España.
- García, R. 1976. Hongos de la madera. Ministerio de la agricultura. Madrid, España.
- Gastón. G., Mata. G., 1986, El cultivo de los hongos comestibles. Ed. IPN. México.
- Gea A. F. J. 1997. Micosis del cultivo de champiñón. Ediciones Mundi-Prensa.
- Guzmán, G., 1994. Los hongos en la medicina tradicional de Mesoamérica y de México. Revista Iberoamericana de Micología. Vol.11 No. 3: 81-85
- Guzmán G. 1980. Identificación de los hongos comestibles, venenosos, Alucinantes, Edición Limusa. México.
- Guzmán, G. "Algunos aspectos importantes en la ecología de los hongos (en especial de los macromicetos)", Instituto de Ecología, 1994.
- Guzmán, G. 1995. Hongos. 2da. Edición. Editorial Limusa.
- Jeavons, J. 2002. Cultivo BIOINTENSIVO de ALIMENTOS. 6<sup>TA</sup>. Ed. ECOLOGY ACTIO of the MID-PENINSULA. California, Estados Unidos. 261 pp.

- Lizan R, L. (1967). Identificación de hongos comestibles, venenosos, Alucinantes, Edición Limusa. México.
- López-Rodríguez, Claudia; Hernández-Corredor, Ricardo; Suárez-Franco, Christian; Borrero, Marta. 2008. Evaluación del crecimiento y producción de *Pleurotus ostreatus* sobre diferentes residuos agroindustriales del departamento de Cundinamarca. *Universitas Scientiarum*. Vol. 13, Núm. 2, pp. 128-137. Pontificia Universidad Javeriana Colombia.
- López-Hernández. E. S. (2003). Educación ambiental para el desarrollo sustentable de comunidades saludables indígenas. *Revista Horizonte Sanitario* Vol. 2 No. 2 Mayo-Agosto 2003. Tabasco, México. 79-85 pp.
- López. R. A. 1995. Cultivo de setas. Centro de Genética de Forestal Universidad Veracruzana, Xalapa Ver. México.
- Lovelock, J.1992. *Gaia: una ciencia para curar el planeta*. Ed. Integral. Barcelona, España. pp. 57-62.
- Manzi, P., Gambelli, L., Marconi, S., Vivanti, V., Pizzoferrato, L., 1999. Nutrients in edible mushrooms: an interspecies comparative study. *Food Chemistry*, 65:477-482.
- Martínez-Carrera,D., A. Larqué, M. Aliphath, A. Aguilar, M. Bonilla&W. Martínez, 2000. La biotecnología de hongos comestibles en la seguridad y soberanía alimentaria de México. II Foro Nacional sobre Seguridad y Soberanía Alimentaria. Academia Mexicana de Ciencias-CONACYT, México, D. F. Pp. 193-207. ISBN 968-7428-11-2.
- Martínez C. D., P. Morales, M. Sobal, 1990. Cultivo del *Pleurotus ostreatus* sobre bagazo de caña enriquecido con pulpa de café o paja de cebada. CEICADAR, Puebla, Pue. Mex. *Micología Neotropical Aplicada* No. 3 pag. 49-52.

Martínez –Carrera, D. y Larqué –Saavedra, A. 1990. Biotecnología en la producción de hongos comestibles. *Ciencia y Desarrollo* 95: 53-64.

Martínez – Carrera, D., A. Aguilar, W. Martínez, P. Morales, M. Sobal, M. Bonilla, A. Larque-Saavedra, 1998. A sustainable model for rural production of edible mushrooms in Mexico. *Micol. Neotrop. Apl.* 11: 77-96.

Martínez-Carrera, D., Aguilar, W. Martínez, P. Morales, M. Sobal, M. Bonilla and Larqué-Saavedra, 1999. A sustainable model for rural production of edible mushrooms in Mexico. *Neotrop. Apl.* 11:77-96.

Microsoft ® Encarta ® 2009. © 1993--2008 Microsoft Corporation. Reservados todos los derechos.

F. Morales, J. C. Zúñiga, F. Elizondo, R. de la Cruz, A. López. 1996. Producción de hongos comestibles setas “pleurotus spp” una alternativa para el agro-mexicano. Universidad Autónoma Agraria Antonio Narro.

Opletal, L., Jahordar, L., Chobot, V., Zdansky, P., Lukes, J., Bratova, M., Solichava, D., Blunen, G., Dacke, C.G., y Patel, A.V. 1997. Evidence for En: *British Journal of Biomedical Science*. Vol. 54 (4):240-243.

Perala, Santolaria, 1973. Setas. 2ª. Edición. Madrid, España.

Poppe, J., W. Welvaert and G. De Both. 1985. Diseases and their control - possibilities after ten years *Pleurotus* culture in Belgium. *Med. Fac. Landbouww. Rijksuniv. Gent* 50 (3b): 1097-1108.

Quintero. R., (compilador) *Prospectivas de la Biotecnología en México*. Fundación Justo Sierra.México.(1987)Págs.235-257.

Real Academia Española (2001) *Diccionario de la Lengua Española*. 22ª ed. Tomo II. pp. 1222-1223.

- Rodríguez, S. *Revista ciencia y Desarrollo. Volumen XVIII, No. 108. Ed. CONACYT México(1993) Págs.41-48*
- Romero, Cova, S. 1993. Hongos Fitopatógenos. 1ra. Edición. UACH, México.
- Sarabia, AA. 1995. *La Teoría General de Sistemas*. Ed. Gráficas Marte. Madrid, España. 171 pp.
- Schultes, R. E. y Hosmann, A. 2000. Las plantas de los dioses. FCE. México.
- Sobal, M.; Morales, P.; Martínez Carrera, D. (1993). Utilización de los rastrojos de haba y frijol, como sustrato para el cultivo de *Pleurotus*. Laboratorio de biotecnología en hongos comestibles, Puebla, Puebla. México. *Micología Neotropical Aplicada* (6) 137-141.
- Soto, V. C. 2004. El cultivo de las setas (*Pleurotus spp.*) Tecnología de Producción de alimentos. 1ª. Edición. Ediciones Cuellar. México.
- STEEL y TORRIE. 1992. Bioestadística. Principios y Procedimientos. Editorial Graf América. México 622 p.
- Vedder, 1991. Cultivo moderno del champiñón. Ediciones Mundi-Prensa. Barcelona, España.
- Velásquez, Delín, N. 1995. Producción del hongo ostión o de cazahuate (*Pleurotus spp.*). Revisión bibliográfica departamento de fitotecnia. UACH. México.
- Villareal, L. "Análisis ecológico de la productividad natural de hongos comestibles silvestres en los bosques del Cofre de Perote, Veracruz". Tesis de maestría, Colegio de Postgraduados Villareal (1994).

Villareal, L. y Pérez- Moreno J. 1989. Los hongos comestibles silvestres de México un enfoque integral. *Micología Neotropical Aplicada*. No.2: 78-86.

Villaseñor, I.L, A. Arias García, O. Rodríguez Alcanzar. 1997. Hongos comestibles que podemos cultivar. Sección Universitaria, Internet. México.

Villegas G. A. (1996). *Biotecnología intermedia en México*. Primera ed. Chapingo, México.

Velasco, J; Vargas, Di Bella. 2000. Cultivo de hongos seta (*Pleurotus Ostreatus*). Fondo de Tierras e instalación del Joven Emprendedor Rural. México. DF. Secretaría de la Reforma Agraria.

[www.proyectopv.org/.../nocomercarnesolucionespract.htm](http://www.proyectopv.org/.../nocomercarnesolucionespract.htm). Una solución Práctica al hambre en el mundo.

## X.-ANEXOS:

### 10.1.- Programa de manejo integro de la *Yucca filifera*.

#### DESCRIPCIÓN DE LA ESPECIE.

- Nombre científico: *Yucca filifera*.
- Sinonimia: *Yucca australis*, *Yucca bacata australis*, *Yucca traculeana*.
- Nombre(s) común(es): Izote (Valle de México), Palma corriente (Querétaro), Palma grande (Coahuila) y Palma china en San Luis Potosí.
- Status: Ninguno.
- Origen: Es nativa de México.
- Forma biológica: Palma de 10 m de altura y con diámetros de hasta 90 cm. El tallo es monopódico y robusto en su parte inicial, posteriormente se ramifica y se cubre y protege en gran parte por las hojas muertas.
- Fenología: La floración es de mayo a julio.
- Distribución en México: Desde el norte hasta el centro de México.
- Asociación vegetal: Esta especie crece en las partes altas y medias de las laderas. Bajo estas condiciones la especie sufre una competencia ínter específica con: nanofanerófitas, caméfitas, y hemicriptófitas incluyendo *Larrea divaricata*, *Flourenzia cernua*, *Prosopis glandulosa*, *Opuntia spp.*
- Coordenadas geográficas: De 22° a 27° Lat. N. y de 98° a 104° Long. W.
- Entidades: Chihuahua, Durango, Coahuila, Nuevo León, San Luis Potosí, Zacatecas, Guanajuato, Tamaulipas, Querétaro, y Estado de México.

- Requerimientos Ambientales: Crece en climas áridos.
- Suelo: Crece en zonas áridas con suelos de origen calcáreo.
- Clasificación: Principalmente calizo.
- Textura: Arcillo-limoso.
- Profundidad: Pocos profundos.
- pH: De neutro a alcalino (6.0-6.7)
- Características físicas: Bajos contenidos de materia orgánica.
- Características químicas: Suelos bajos en contenido de N, P y K.
- Temperatura (°C): Media: 23-30, Mínima: -12, Máxima: 41.
- Precipitación (mm): Crece en lugares cuya precipitación va desde 250 mm hasta 550 mm anuales.
- Otros: Su hábitat donde progresa es en lugares Xéricos.
- Usos: Principalmente se utiliza la flor y el fruto como alimento, la inflorescencia se utiliza como forraje. En la industria farmacéutica, también se produce aceite comestible de la semilla o se utiliza para la industria de la celulosa en la fabricación de papel kraft, papel resistente a la ruptura y al desgaste.

## MANEJO DE VIVERO

- ✓ Propagación: Propagación sexual, La reproducción de esta especie es por semilla.
- ✓ Obtención y manejo de la semilla: Preferentemente la semilla a utilizar debe provenir de palmas sanas y vigorosas y de la mejor conformación, buscando de esta manera obtener plántulas que hereden éstas características.
- ✓ Fuente de semilla: El fruto se le conoce como dátil.
- ✓ Período de recolección: Cuando el fruto alcanza una coloración café-amarillento, en agosto.
- ✓ Recolección: Se colecta del suelo principalmente.
- ✓ Métodos de beneficio de frutos y semillas: Los dátiles se ponen a secar al sol por 4 días, después se les quita la cáscara, para posteriormente seguir los pasos de identificación de la población y su almacenaje en la cámara fría.
- ✓ Recomendaciones para su almacenamiento: Si se mantiene la semilla en recipientes secos a una temperatura de 0 °C, su viabilidad se mantendrá por 10 años con una germinación de 38 a 57%.



## Producción de planta

- ✓ Período de siembra: Preferible sembrar en los meses de verano.
- ✓ Tratamientos pre germinativos: Es necesario un tratamiento de estratificación, dejar en agua la semilla durante dos días dentro del refrigerador, cambiar el agua a las 24 horas, después de esto sembrar en envases individuales.
- ✓ Método de siembra: Se siembra la semilla en bolsas a una profundidad de 1.5 cm con riegos pesados, tres veces a la semana.
- ✓ Propagación asexual: Varetas, acodos, esquejes, raquetas estacas
- ✓ Labores culturales: Se recomienda regar a saturación cada dos o tres días cuando no llueve. Es conveniente realizar deshierbes frecuentes para evitar plantas indeseables que compitan por agua, nutrimentos o luz.
- ✓ Tiempo total para la producción de la especie: Contando a partir de la siembra en almácigo, la duración promedio de la planta en vivero es de aproximadamente de 24 a 36 meses.

## MANEJO DE LA PLANTACIÓN

### Preparación del terreno

- ❖ Rastreo: Previo a la plantación y cuando el suelo es profundo y con pendientes menores al 25%, se aconseja dar un paso superficial de rastra en la época de lluvias, para asegurar la sobrevivencia y desarrollo de las plantas.

- ❖ Deshierbe: Al inicio de la plantación se debe deshierbar lo más posible el sitio, especialmente el área cercana a la planta para evitar problemas por competencia por humedad, nutrimentos o luz.
- ❖ Subsulado: Aplicar donde el suelo es demasiado somero, por ejemplo en terrenos donde el tepetate aflora.
- ❖ Trazado: Se recomienda trazar el terreno en forma regular con espaciamientos de 3x3 m entre planta, utilizando los diseños de "tresbolillo" o "marco real".
- ❖ Apertura de cepas: El método más popular es el de cepa común (hoyos de 40x40x40 cm).

#### Transporte de planta

- 🚧 Selección y preparación de la planta en vivero: Antes del traslado al lugar definitivo se debe realizar una selección de las plantas cuyas condiciones físicas, fisiológicas y genéticas hagan más probable su supervivencia y sano crecimiento. En este proceso se debe considerar las dimensiones físicas, sanidad, tronco vigoroso, follaje sano, raíces abundantes y bien distribuidas, y fuste con una sola yema terminal. Los individuos que no cumplan estas condiciones deben ser rechazados.
- 🚧 Medio de transporte: Se deben utilizar vehículos cerrados y trasladar a la planta debidamente cubierta para protegerla de la turbulencia del aire y la insolación, factores que pueden provocar intensa deshidratación e inclusive la muerte de la planta.

- ✚ Para optimizar la capacidad de los vehículos y disminuir los costos de transporte, es conveniente construir estructuras sobre la plataforma de carga, para que se puedan acomodar dos o más pisos de plantas.
- ✚ Método de estibado: Las plantas en bolsa de plástico se disponen en cajas, las cuales se recomiendan se coloquen en pisos que previamente se habrán de acondicionar en el vehículo, de otra forma si la planta se transporta a granel se podría incrementar el daño y la mortalidad, a través de rupturas del tallo, aplastamiento de la planta, pérdida del sustrato, etc. Usar cajas durante toda la fase del transporte.
- ✚ Distancia de transporte: Para evitar que los costos se eleven demasiado, el traslado no debe ser superior a 50-60 km del vivero.

### Protección

- Cercado del terreno: Para proteger a la plantación contra factores de disturbio como el pisoteo de ganado y vandalismo se recomienda colocar una cerca perimetral alrededor de la plantación durante los primeros tres años de edad.
- Plagas y enfermedades forestales (Detección y control)

### Mantenimiento

- Deshierbe: Se deben realizar deshierbes alrededor de la planta durante los tres primeros años en forma de cajeteo de un metro de diámetro alrededor de la planta.

- Preaclareos, aclareos y cortas intermedias: Es conveniente realizar cortas de aclareo para eliminar individuos plagados, enfermos, muertos o dañados
- Reapertura de cepas y reposición de la planta: Con la finalidad de aprovechar el máximo potencial productivo del sitio, se aconseja que después de un año de colocada la planta se repongan las pérdidas. Igualmente se puede sustituir plantas que no sean vigorosas.
- Construcción y limpieza de brechas cortafuego: Los incendios constituyen el mayor riesgo para las plantaciones, sobre todo en épocas de sequía. Para prevenir los daños, además de las labores de vigilancia, se recomiendan el abrir y mantener brechas cortafuego en el perímetro de la plantación de tres metros de cada lado de la cerca.

## **10.2.- Análisis de mercado y recomendaciones para la producción de hongos comestibles (*Pleurotus Ostreatus*).**

La buena mesa internacional se ha visto invadida por los más deliciosos ejemplares del reino fungí. Según los expertos, existen cerca de 1.5 millones de hongos diferentes, algunos tienen usos ornamentales, otros medicinales, ceremoniales, como insecticida, combustible y como alimento. De estas especies, las principales son el champiñón, las setas y el Shiitake.

La producción de hongos comestibles se efectúa en Estados Unidos, Europa, el Sudeste de Asia y México, considerado como el principal productor en América Latina. Según datos de la Secretaría de Agricultura, Ganadería, Desarrollo Rural, Pesca y Alimentación, SAGARPA, el volumen de hongos producido en México en 2003 fue de 28 mil toneladas, siendo el 93% champiñón, el 6.97 por ciento setas y el 0.03% Shiitake. Los principales estados productores son el Distrito Federal, Estado de México, Jalisco, Hidalgo, Morelos, Puebla, Querétaro, Tlaxcala y Veracruz.

Los mercados para comercializar este producto son las centrales de abasto, tiendas de autoservicio y restaurantes, aunque también hay oportunidad en el extranjero, principalmente en Estados Unidos, a donde se exporta el hongo enlatado, deshidratado, congelado o en salmuera, siendo México, según estadísticas de la FAO, el exportador de hongos enlatados número 11 a nivel mundial con cuatro mil 608 toneladas métricas durante 2003. Paradójicamente, para satisfacer la demanda doméstica de hongos se importa de China cerca del 83 por ciento, sin duda un indicador que señala una apetitosa oportunidad para emprender.

De acuerdo con el asesor de la empresa Setas cultivadas, Javier Baeza, para iniciarse en el negocio de la producción de hongos lo mejor es comenzar con una granja de setas, debido a que es una producción no tan competitiva, además de ser más sencilla y económica en comparación al champiñón.

Baeza asegura que "lo primero es hacer un estudio de mercado para determinar los posibles clientes que comprarán las setas, establecer las cantidades de producción por día y calcular la distancia que existe entre el centro de producción y el cliente". Esto es fundamental porque el hongo es altamente perecedero y en pocas horas se deshidrata y oxida, razón por la cual debe comercializarse de inmediato si se venderá fresco a granel. El kilo de seta tiene un precio de 18 pesos si se comercializa a través de intermediarios, y de 25 a 30 pesos si se vende directo al consumidor. Si se deshidrata o maltrata, el precio disminuye hasta cinco pesos el kilo.

Se puede iniciar la granja de setas como un pequeño negocio e ir capitalizando hasta alcanzar mejores estándares, tal es el caso de la microempresa familiar Setas Chapa de Mora, que en palabras de su representante, Verulo Ortiz, empezaron dentro de un proyecto gubernamental de producción para autoconsumo rural en 2000, y actualmente obtienen 300 kilos semanales que venden a intermediarios o directamente al consumidor final.

Otro ejemplo es Setas San Pablo, una microempresa familiar dedicada a la agricultura, que desde hace 10 años diversificó sus cultivos con setas, y ahora comercializan 480 kilos a la semana en la central de abasto de Toluca, además de sus otros productos. Su representante, Armando Hernández, comenta que en los últimos años ha crecido el consumo y la producción de setas en México.

Por otra parte, la empresa productora y distribuidora de setas, Prosidet, propiedad de Juan Carlos Osorio Valdez, produce a la semana una tonelada y media de setas y micelio, y gracias a su experiencia en el tema, dan asesoría a otros productores porque, según Osorio, hoy más que nunca hay mercado para las setas. La granja de setas en México se ha implementado como estrategia gubernamental para apoyar la economía de las familias en el campo, sin embargo, para considerarla una oportunidad de negocio sin tener que recurrir a la venta a través de intermediarios, requiere de una producción mínima de mil 500 kilos a la semana para generar ganancias desde el principio. Para producir mil 500 kilos semanales se necesita un terreno de dos mil metros cuadrados, con instalación eléctrica y agua, donde se construirán 12 invernaderos térmicos, un espacio para el túnel de pasteurización y un almacén para guardar los insumos.

Tanto las paredes como el piso deben ser de azulejo para evitar que las esporas de otros hongos incuben en las instalaciones y contaminen el ambiente. Si no es posible, se deben cubrir con plástico liso y lavable. Es importante que estas instalaciones no se localicen cerca de la ciudad para evitar que la producción se contamine con los diversos microorganismos que genera la gran cantidad de automóviles propios de la zona. Cada invernadero debe medir cuatro metros de ancho por 20 de largo y cuatro de altura, y contar con sistema de ventilación y estantería. El costo por invernadero es de 60 mil pesos en promedio. El túnel de pasteurización tiene un precio de 50 mil pesos y requiere un espacio de 300 metros cuadrados.

Además, se necesita un tanque de agua para remojar las pacas, cuyo precio es de 10 mil pesos; una mesa de siembra de cinco por cinco metros con un costo de mil 500 pesos, y un refrigerador convencional de tamaño regular, cuyo costo oscila entre los nueve y 10 mil pesos, para guardar el producto que no se venda de inmediato; aunque cabe recalcar que lo ideal es comercializar las setas el mismo día para evitar que se deshidraten o maltraten, pues disminuye su valor en el mercado. Para transportar las setas es recomendable que adquieras un camión. Semi nuevo tiene un costo aproximado de 60 mil pesos. También necesitarás contratar cinco personas para atender el negocio, que perciban el salario mínimo.

Para producir mil 500 kilos de setas, por bolsa requieres aproximadamente 500 gramos de micelio (constitución de pequeños filamentos que forman el cuerpo del hongo, equivalente a las semillas de las plantas, a partir del cual se reproducen las setas), con un precio de 15 pesos el kilo. Bolsas de polietileno transparente, de 60 centímetros de ancho por 90 de largo, a cinco pesos cada una, y 22 pacas de paja de trigo cuestan 16 pesos por pieza. Cada paca alcanza para llenar tres bolsas, aproximadamente.

### Tecnología

Pasteurización. Sin ningún tratamiento alterno, se colocan las pacas en el túnel de pasteurización durante una hora a 70° C. Incubación. Una vez pasteurizada la paja se procede a la incubación dentro del invernadero, que debe ser térmico para controlar la temperatura y la ventilación. En la mesa de incubación se extiende la paja y se le agrega el micelio, después se mete a las bolsas y se pasa al invernadero.



En cada invernadero se introducen 300 bolsas que producen, cada una, cinco kilos de setas. Cabe mencionar que si se lleva una buena pasteurización y si se controlan las condiciones de temperatura y humedad, habrá una excelente producción con un mínimo de merma. Cuando en la paja surgen los primordios, (brotes blancos equivalentes a los brotes de las plantas), se hacen orificios a las bolsas para que las setas crezcan, a los cinco o seis días.

La temperatura debe estar de 25° C a 28° C durante 25 o 28 días. Al terminar la incubación se baja la temperatura a 12° C o 18° C y se mantiene la humedad al 70 por ciento. Después de este tiempo, se procede a cortar los hongos para comercializarlos.

Transportación. Las setas deben transportarse en rejillas plásticas, canastas o charolas de unicel, sin estibarlas y de preferencia tapándolas con mantas húmedas para conservar su frescura por más tiempo. En caso de no poder comercializar el total de la producción del día, debes guardar el remanente en refrigeradores.

Esporas de ganancia. De acuerdo con Osorio, al comercializar mil 500 kilos de setas a la semana se obtienen 27 mil pesos si se vende a 18 pesos el kilo. De esta cantidad, aproximadamente 15 mil pesos serán para gastos de producción e insumos, lo que deja una ganancia aproximada de 48 mil pesos al mes. La inversión inicial para construir las instalaciones y la compra del terreno es de un millón 400 mil pesos, y se recupera en dos o tres años.

Otras áreas del negocio, el negocio no sólo está en la producción. Así lo demuestra el caso de Hongos Leben, una de las empresas más importantes en México, la cual sacó una línea de setas en conserva dando un siguiente paso en la cadena, pues abre nuevas oportunidades tanto para productores como para procesadores de alimentos. Por otra parte, si no te es posible implementar una granja de setas, puedes comprar las bolsas ya incubadas y listas para la recolección y una vez cosechado el hongo tienes la opción de transformar la bolsa en composta y venderla a los viveros.

Emprende una granja de setas y haz negocio con esta oportunidad.