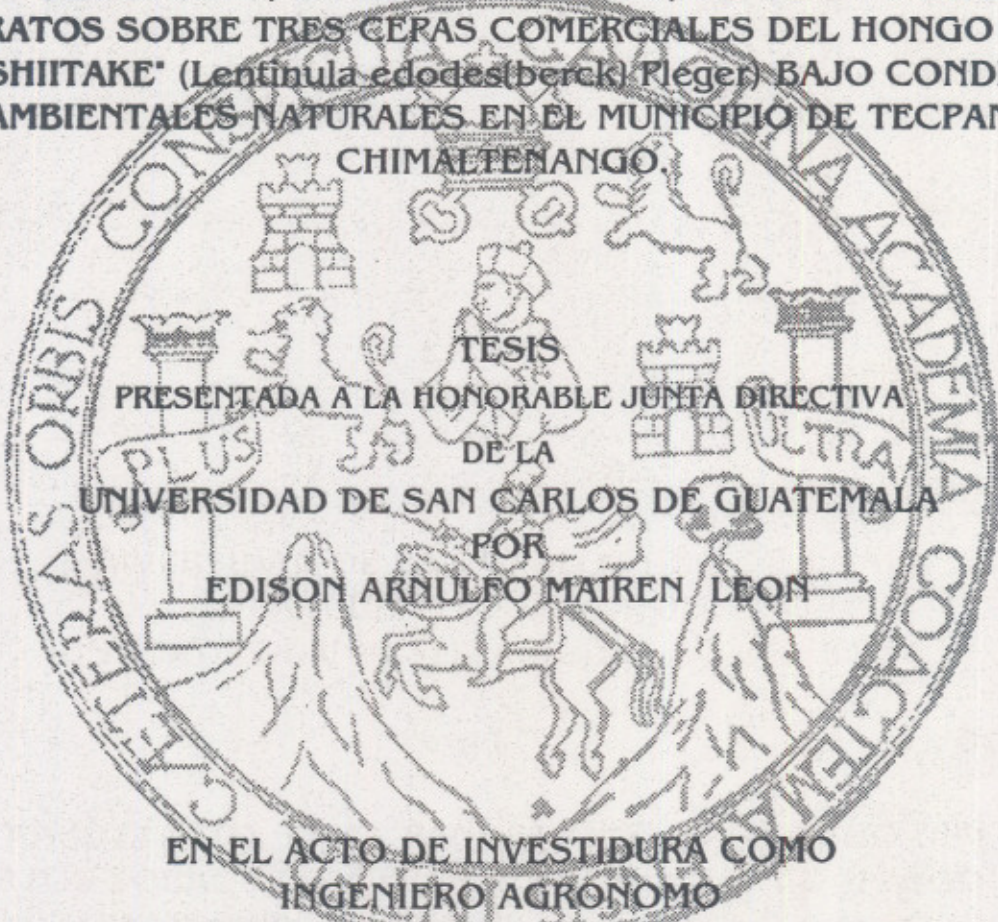


UNIVERSIDAD DE SAN CARLOS DE GUATEMALA
FACULTAD DE AGRONOMIA
INSTITUTO DE INVESTIGACIONES AGRONOMICAS

ESTUDIO DEL EFECTO, EN EL RENDIMIENTO, DE CUATRO DIFERENTES
SUBSTRATOS SOBRE TRES CEBAS COMERCIALES DEL HONGO COMES-
TIBLE "SHIITAKE" (*Lentinula edodes*(berck) Plegel) BAJO CONDICIONES
AMBIENTALES NATURALES EN EL MUNICIPIO DE TECPAN,
CHIMALTENANGO.



TESIS
PRESENTADA A LA HONORABLE JUNTA DIRECTIVA
DE LA
UNIVERSIDAD DE SAN CARLOS DE GUATEMALA
POR
EDISON ARNULFO MAIREN LEON

EN EL ACTO DE INVESTIDURA COMO
INGENIERO AGRONOMO
EN SISTEMAS DE PRODUCCION AGRICOLA
EN EL GRADO ACADEMICO DE
LICENCIADO

Guatemala, noviembre de 1994

PROPIEDAD DE LA UNIVERSIDAD DE SAN CARLOS DE GUATEMALA
Biblioteca Central

UNIVERSIDAD DE SAN CARLOS DE GUATEMALA
FACULTAD DE AGRONOMIA
INSTITUTO DE INVESTIGACIONES AGRONOMICAS

ESTUDIO DEL EFECTO EN EL RECIBIMIENTO DE CUATRO DIFERENTES
SISTEMAS SOBRE TRONCAS COMITALES DEL HONGO COME-
SOLUBLE (Lecanora venterii) EN DIFERENTES CONDICIONES
AMBIENTALES EN EL MUNICIPIO DE TECTAN.



EN EL GRADO ACADÉMICO DE
LICENCIADO
EN SISTEMAS DE PRODUCCIÓN AGRÍCOLA
EN EL ÁREA DE INVESTIGACIÓN COMO
INSTITUTO AGRÓNOMO

Guatemala, noviembre de 1974

PROPIEDAD DE LA UNIVERSIDAD DE SAN CARLOS DE GUATEMALA
Biblioteca Central

DC
01
T(1514)

i

UNIVERSIDAD SAN CARLOS DE GUATEMALA

RECTOR

Dr. Jafeth Ernesto Cabrera Franco.

JUNTA DIRECTIVA DE
LA FACULTAD DE
AGRONOMIA

DECANO.
VOCAL PRIMERO.
VOCAL SEGUNDO.
VOCAL TERCERO.
VOCAL CUARTO.
VOCAL QUINTO.
SECRETARIO

Ing. Agr. Efrain Medina Guerra.
Ing. Agr. Maynor Estrada Rosales.
Ing. Agr. Waldemar Nufio Reyes
Ing. Agr. Carlos Roberto Motta de Paz
Prof. Gabriel Rosales Amado.
Br. Augusto Guerra Gutierrez.
Ing. Agr. Marco Romilio Estrada Muy.

UNIVERSIDAD SAN CARLOS DE GUATEMALA

RECTOR

Dr. Rafael Ángel Cabrerá Franco

JUNTA DIRECTIVA DE
LA FACULTAD DE
AGRICULTURA

Ing. Agr.	Estanislao Medina Guzmán
Ing. Agr.	Wynor Estrada Rosales
Ing. Agr.	Waldemar Rubio Reyes
Ing. Agr.	Carlos Roberto Matto de Paz
Prof.	Gabriel Rosales Aragón
Dr.	Augusto Quirós Gutiérrez
Ing. Agr.	Marcos Romillo Estrada Méy

SECRETARIO
VOCAL QUINTO
VOCAL CUARTO
VOCAL TERCERO
VOCAL SEGUNDO
VOCAL PRIMERO
SECRETARIO

Guatemala, Noviembre de 1,994.

Honorable Junta Directiva
Honorable Tribunal Examinador
Facultad de Agronomía
Universidad de San Carlos de Guatemala
Ciudad.

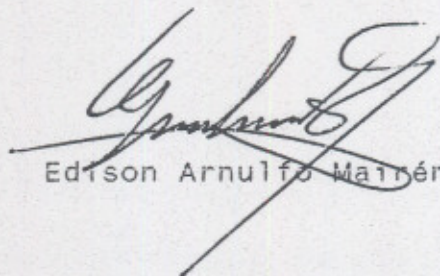
Señores miembros:

De conformidad con las normas establecidas por la Universidad de San Carlos de Guatemala, tengo el honor de someter a vuestra consideración, el trabajo de tesis titulado:

ESTUDIO DEL EFECTO, EN EL RENDIMIENTO, DE 4
DIFERENTES SUSTRATOS SOBRE 3 CEPAS COMERCIALES
DE HONGO COMESTIBLE "SHIITAKE" (Lentinula
edodes [Berck] Plegier) BAJO CONDICIONES
AMBIENTALES NATURALES EN EL MUNICIPIO DE
TECPAN, CHIMALTENANGO.

Lo anterior, como requisito previo a optar al título de Ingeniero Agrónomo en Sistemas de Producción Agrícola en el grado académico de Licenciado.

Sin otro particular, me es grato suscribirme con las muestras de mi alta consideración.



Edison Arnulfo Mairén León.

ACTO QUE DEDICO

- A DIOS: Fuente inagotable de sabiduría, amor y esperanza.
- A MIS PADRES: Por su apoyo incondicional brindado en la culminación de mi carrera.
- A MIS HERMANOS: Por su cariño y apoyo moral.
- A MIS FAMILIARES: Por su aprecio y apoyo demostrado en todo momento a lo largo de mi vida
- A LAS PERSONAS A QUIENES APRECIO: Que han contribuido en mi vida con su forma de ser de cada uno, a darme verdadera alegría de estar aquí presentes, y que me han motivado en diferentes épocas y formas.
- A MIS COMPAÑEROS UNIVERSITARIOS: Por los gratos momentos vividos a lo largo de nuestra formación profesional.
- A MIS ASESORES Y AL PERSONAL DE LA FINCA "VISTA BELLA" S.A.: Por el apoyo dado para la realización de esta investigación.

TESIS QUE DEDICO

A GUATEMALA:	Que día con día lucha por una vida mejor y del que orgullosamente formo parte.
A CUILAPA:	Tierra que me vio crecer.
A LOS PRODUCTORES DE HONGO COMESTIBLE:	Porque este trabajo sea una pequeña contribución a su actividad diaria.
A LA UNIVERSIDAD DE SAN CARLOS DE GUATEMALA:	Por la formación de profesionales conscientes de la realidad y necesidades nacionales
A LA FACULTAD DE AGRONOMIA	Centro de capacitación investigación y desarrollo agrícola a nivel superior en el país.

AGRADECIMIENTOS:

Se agradece al señor Eduardo Matheu y a la señora Cristina de Quintanilla por su colaboración en la realización de esta investigación.

Al señor Libny Mejía por su aporte de bibliografía al presente trabajo.

Al señor Sergio Anzueto por la mecanografía de este documento.

1. INTRODUCCION.....	1
2. PLANTEAMIENTO DEL PROBLEMA.....	2
3. MARCO TEORICO.....	2
3.1. Marco conceptual.....	2
3.1.1. Información general.....	2
3.1.1.1. Definición de hongo.....	2
3.1.1.2. Biología de los hongos.....	3
3.1.1.3. Reproducción.....	3
3.1.1.4. Aspectos sobre hongos comestibles.....	4
-valor nutritivo.....	4
-principales hongos cultivados.....	5
3.1.2. Aspectos sobre el hongo Shiitake.....	8
3.1.2.1. Historia.....	8
3.1.2.2. Características del Shiitake....	10
-físicas.....	10
-reproducción.....	10
-ciclo de vida.....	11
3.1.2.3. Clasificación.....	11
3.1.2.4. Factores físicos y químicos que influyen sobre el Shiitake.....	13
-temperatura.....	13
-humedad ambiental.....	13
-humedad relativa.....	14
-contenido de humedad.....	14
-luz.....	15
-ph.....	15
-concentración de gas.....	16
3.1.2.5. Porcentaje de producción.....	16
3.1.2.6. Características de las cepas de Shiitake.....	17
-cepas de amplio rango.....	17
-cepas de tiempo cálido.....	17
-cepas de tiempo frío.....	17
3.1.3. Cultivo en aserrín.....	18
3.1.3.1. introducción.....	18
3.1.3.2. ingredientes del sustrato.....	18
-aserrín.....	18
-suplementos.....	19
3.1.3.3. Preparación del sustrato.....	19
3.1.3.4. Envasado del sustrato.....	20
-tipos de envases.....	20
-llenado.....	20
3.1.3.5. Tratamientos con calor.....	21
-esterilización.....	21
-pasteurización.....	22
3.1.3.6. Inoculación.....	22
-tipos de inóculo.....	22
-métodos de inoculación.....	23
3.1.3.7. Características de las cepas de Shiitake.....	23

1	1. INTRODUCCION.....
2	2. PLANTAMIENTO DEL PROBLEMA.....
3	3. MARCO TEORICO.....
3	3.1. Marco conceptual.....
3	3.1.1. Información general.....
3	3.1.1.1. Definición de hongos.....
3	3.1.1.2. Biología de los hongos.....
3	3.1.1.3. Reproducción.....
4	3.1.1.4. Aspectos sobre hongos comestibles.....
4	-valor nutritivo.....
5	-principales hongos cultivados.....
8	3.1.2. Aspectos sobre el hongo Shitake.....
8	3.1.2.1. Historia.....
10	3.1.2.2. Características del Shitake.....
10	-táctas.....
10	-reproducción.....
11	-ciclo de vida.....
11	3.1.2.3. Clasificación.....
13	3.1.2.4. Factores físicos y químicos que influyen sobre el Shitake.....
13	-temperatura.....
13	-humedad ambiental.....
14	-humedad relativa.....
14	-contenido de humedad.....
15	-luz.....
15	-pH.....
15	-concentración de gas.....
15	3.1.2.5. Porcentaje de producción.....
17	3.1.2.6. Características de las cepas de Shitake.....
17	-cepas de amplio rango.....
17	-cepas de tiempo cálido.....
17	-cepas de tiempo frío.....
18	3.1.3. Cultivo en aserrín.....
18	3.1.3.1. Introducción.....
18	3.1.3.2. Ingredientes del sustrato.....
18	-aserrín.....
19	-equipamientos.....
19	3.1.3.3. Preparación del sustrato.....
20	3.1.3.4. Envasado del sustrato.....
20	-tipos de envases.....
20	-llenado.....
21	3.1.3.5. Tratamientos con calor.....
21	-esterilización.....
22	-pasteurización.....
22	3.1.3.6. Inoculación.....
27	-tipos de inóculo.....
28	-métodos de inoculación.....
28	3.1.3.7. Características de las cepas de Shitake.....

PROGRAMA DE LA UNIVERSIDAD DE SAN CARLOS DE GUATEMALA
 Biblioteca Central

3.1.3.8.	Fase vegetativa.....	24
3.1.3.9.	Formación de talos.....	24
-	inducción.....	24
-	iniciación.....	25
-	maduración.....	25
-	reposo.....	25
3.1.3.10.	Enfermedades y plagas.....	25
3.2.	Marco referencial.....	26
3.2.1	Localización del experimento.....	26
4.	OBJETIVOS.....	27
5.	HIPOTESIS.....	28
6.	METODOLOGIA.....	28
6.1.	Material experimental.....	28
6.2.	Diseño experimental.....	28
6.3.	Tratamientos.....	29
6.4.	Manejo del experimento.....	29
6.4.1	Preparación del sustrato.....	29
6.4.2	Envasado.....	30
6.4.3	Esterilización.....	30
6.4.4	Inoculación.....	30
6.4.5	Fase vegetativa.....	30
6.4.6	Inducción.....	31
6.4.7	Cosecha.....	31
6.5.	VARIABLES EN ESTUDIO.....	31
6.6.	Análisis estadístico.....	31
7.	RESULTADOS.....	32
7.1.	Análisis estadístico.....	51
7.2.	Desarrollo del hongo.....	59
7.3.	Indicadores económicos.....	61
8.	CONCLUSIONES.....	67
9.	RECOMENDACIONES.....	68
10.	BIBLIOGRAFIA.....	69
11.	APENDICES.....	71

71	11. APÉNDICES.....
69	10. BIBLIOGRAFÍA.....
68	9. RECOMENDACIONES.....
67	8. CONCLUSIONES.....
61	7.3. Indicadores económicos.....
59	7.2. Desarrollo del hongo.....
61	7.1. Análisis estadístico.....
57	7. RESULTADOS.....
57	6.5. Análisis estadístico.....
51	6.5. Variables en estudio.....
57	6.4.1. Cosecha.....
57	6.4.2. Inducción.....
51	6.4.3. Fase vegetativa.....
50	6.4.4. Inoculación.....
50	6.4.3. Esterilización.....
50	6.4.2. Envasado.....
50	6.4.1. Preparación del sustrato.....
50	6.4. Manejo del experimento.....
50	6.3. Tratamientos.....
50	6.2. Diseño experimental.....
50	6.1. Material experimental.....
50	6. METODOLOGÍA.....
50	5. HIPÓTESIS.....
50	4. OBJETIVOS.....
50	3.2.1. Localización del experimento.....
50	3.2. Marco teórico.....
50	3.1.2.10. Enfermedades y plagas.....
50	3.1.2.9. Formación de talos.....
50	3.1.2.8. Fase vegetativa.....

INDICE DE CUADROS		PAGINA
CUADRO 1:	Contenidos nutricionales de algunos alimentos en porcentajes de peso fresco.....	5
CUADRO 2:	Principales hongos cultivados y producciones mundiales estimadas para el año 1,985.....	6
CUADRO 3:	Sinónimos para <u>Lentinula edodes</u> a través de los años.....	12
CUADRO 4:	Datos obtenidos como resultado del experimento realizado.....	32
CUADRO 5:	Análisis de varianza para la variable peso de hongos frescos/454gr. de substrato secado al aire.....	51
CUADRO 6:	Código de factores estudiados.....	52
CUADRO 7:	Prueba de Tukey para la variable rendimiento..	53
CUADRO 8:	Análisis de varianza para la variable días de cosecha.....	54
CUADRO 9:	Prueba de Tukey para la variable días a la cosecha.....	55
CUADRO10:	Análisis de varianza para la variable diámetro de carpóforo.....	56
CUADRO11:	Prueba de Tukey para la variable diámetro de carpóforo debido a efecto de la cepa.....	56
CUADRO12:	Análisis de varianza para la variable números de cuerpos fructíferos por bloque con datos transformados por la raíz cuadrada.....	57
CUADRO13:	Prueba de Tukey para la variable números de cuerpos fructíferos por bloque.....	58
CUADRO14:	Costo de producción del hongo Shiitake en aserrín.....	61
CUADRO15:	Porcentaje de producción (P.R.).....	63
CUADRO16:	Variabes Promisorias.....	66
CUADRO 17"A":	Listado de materiales necesarios para iniciar la producción de hongos Shiitake.....	74
CUADRO 18"A":	Programa estadístico utilizado y datos ingresados.....	75
CUADRO 19"A":	Medias y desviaciones estándar de cada variable	76

PAGINA	INDICE DE CUADROS
70	Médias y desviaciones estándares de cada variable
71	Programa estadístico utilizado y datos ingresados
74	Lista de materiales necesarios para iniciar la producción de hongos Shiitake
75	CUADRO 17: A: Programa estadístico utilizado y datos ingresados
76	CUADRO 18: A: Médias y desviaciones estándares de cada variable
77	CUADRO 19: A: Lista de materiales necesarios para iniciar la producción de hongos Shiitake
78	CUADRO 20: A: Programa estadístico utilizado y datos ingresados
79	CUADRO 21: A: Médias y desviaciones estándares de cada variable
80	CUADRO 22: A: Lista de materiales necesarios para iniciar la producción de hongos Shiitake
81	CUADRO 23: A: Programa estadístico utilizado y datos ingresados
82	CUADRO 24: A: Médias y desviaciones estándares de cada variable
83	CUADRO 25: A: Lista de materiales necesarios para iniciar la producción de hongos Shiitake
84	CUADRO 26: A: Programa estadístico utilizado y datos ingresados
85	CUADRO 27: A: Médias y desviaciones estándares de cada variable
86	CUADRO 28: A: Lista de materiales necesarios para iniciar la producción de hongos Shiitake
87	CUADRO 29: A: Programa estadístico utilizado y datos ingresados
88	CUADRO 30: A: Médias y desviaciones estándares de cada variable
89	CUADRO 31: A: Lista de materiales necesarios para iniciar la producción de hongos Shiitake
90	CUADRO 32: A: Programa estadístico utilizado y datos ingresados
91	CUADRO 33: A: Médias y desviaciones estándares de cada variable
92	CUADRO 34: A: Lista de materiales necesarios para iniciar la producción de hongos Shiitake
93	CUADRO 35: A: Programa estadístico utilizado y datos ingresados
94	CUADRO 36: A: Médias y desviaciones estándares de cada variable
95	CUADRO 37: A: Lista de materiales necesarios para iniciar la producción de hongos Shiitake
96	CUADRO 38: A: Programa estadístico utilizado y datos ingresados
97	CUADRO 39: A: Médias y desviaciones estándares de cada variable
98	CUADRO 40: A: Lista de materiales necesarios para iniciar la producción de hongos Shiitake
99	CUADRO 41: A: Programa estadístico utilizado y datos ingresados
100	CUADRO 42: A: Médias y desviaciones estándares de cada variable

INDICE DE FIGURAS		PAGINA
FIGURA 1. Partes de un hongo.....		7
FIGURA 2. Apariencia superficial de bloques.....		60
FIGURA 3"A".	Fluctuaciones de la temperatura y la humedad relativa en las diferentes etapas de desarrollo del hongo, tomando como ejemplo el tratamiento codificado como S ₁ C ₁	72
FIGURA 4"A"	Cámara de inoculación.....	73

INDICE DE FIGURAS

PAGINA

INDICE DE FIGURAS

7	FIGURA 1. Partes de un hongo.....
60	FIGURA 2. Apariencia superficial de hongos.....
72	FIGURA 3. Fluctuaciones de la temperatura y la humedad relativa en las diferentes etapas de desarrollo del hongo, tomada como ejemplo el tratamiento codificado como S.C.....
73	FIGURA 4. Cámara de inoculación.....

ESTUDIO DEL EFECTO, EN EL RENDIMIENTO, DE 4 DIFERENTES SUSTRATOS SOBRE 3 CEPAS COMERCIALES DE HONGO COMESTIBLE "SHIITAKE" (Lentinula edodes [Berck] Pleger) BAJO CONDICIONES AMBIENTALES NATURALES EN EL MUNICIPIO DE TECPAN, CHIMALTENANGO.

STUDY OF THE EFFECT, IN THE YIELD, OF 4 DIFERENT SUBSTRATES OVER 3 COMMERCIAL STRAINS OF THE EDIBLE MUSHROOM "SHIITAKE" (Lentinula edodes [Berck] Pleger) UNDER NATURAL ENVIRONMENT IN THE TECPAN TOWN, CHIMALTENANGO.

RESUMEN

El "SHIITAKE" es un hongo de la clase basidiomicetes, cultivado a nivel mundial para el aprovechamiento de sus setas en alimentación humana.

Últimamente el consumo de este hongo ha aumentado de tal forma que se ha situado en segundo lugar en importancia en la producción de hongos comestibles a nivel mundial, principalmente por su bajo contenido en grasas, y un efecto "anticoolesterol" el cual se está investigando aun.

En Guatemala ya se encuentra material vegetativo y pequeñas producciones de dicho hongo, lo cual es destinado a consumo local. Sin embargo debido al poco conocimiento sobre como hacer más eficiente la producción, la oferta de este hongo en Guatemala es muy poca además de no ser constante.

Debido a que se carece de información sobre sustratos elaborados con maderas provenientes de especies arbóreas presentes en nuestro país, se planteó la necesidad de efectuar esta investigación, la cual consistió básicamente en la prueba de 4 sustratos basados en el tipo de madera y la prueba de 3 cepas introducidas del hongo en cuestión.

Las maderas probadas provenían de Encino, Pino, Ilamo y Ciprés, mientras que las cepas inoculadas en cada tipo de sustrato fueron las cepas CS-41, CS-53 y Japonesa.

En el experimento se utilizó un arreglo factorial de 4*3, en un diseño completamente al azar.

Las variables medidas fueron el peso de hongos frescos por bloque de aserrín, los días a la cosecha, el número de cuerpos fructíferos por bloque de aserrín y el diámetro del carpóforo.

Además se observaron los estados de desarrollo del hongo, y se hizo un análisis de rentabilidad del cultivo.

Para el análisis de la información estadística se hicieron análisis de varianza y posteriormente pruebas múltiples de medias de Tukey.

Después de realizar el análisis, se concluyo en que los mejores tratamientos en cuanto a mayor rendimiento y mejor tiempo de producción fueron:

- sustrato basado en madera de encino inoculado con la cepa CS-41 y
- sustrato basado en la madera de ilamo, inoculado con la cepa CS-41.

Se describen además los estados de desarrollo del hongo y se concluye además que la rentabilidad es positiva para esta actividad.

1. INTRODUCCIÓN

Los hongos son organismos pertenecientes al reino vegetal, de los cuales existe una gran diversidad de especies. Cada una de estas especies posee características que le son particulares. La principal característica de estos organismos es que carecen de clorofila y de tejidos conductores, lo que los diferencia de las demás plantas. La mayoría de estos organismos son saprófitos, los cuales se alimentan con materia orgánica muerta, también están los que parasitan al hombre, a los animales, y a las plantas y los que forman relaciones simbióticas.

La gran diversidad de especies de hongos existentes se han agrupado de acuerdo a sus características morfológicas y anatómicas en 4 clases: Ficomycetos, Ascomycetos, Basidiomycetos y Hongos Imperfectos. Dentro de estas 4 clases existen hongos que tienen mayor importancia para el hombre, sea porque aporten un daño o un beneficio. Entre los beneficios que pueden aportar los hongos, están el uso industrial, medicinal y alimenticio. El uso alimenticio de los hongos por el hombre tiene buen potencial, por las características que posee (se detallan en el marco conceptual). En Guatemala existe gran cantidad de hongos comestibles, los cuales crecen en estado silvestre. También se observa que se han introducido al país, hongos comestibles con el objeto de cultivarlos y producir tanto para el consumo local como para la exportación.

Uno de estos hongos es el hongo Japonés Shiitake (Lentinula edodes [Berck] pleger) del cual ya se introdujeron al país algunas cepas. Sin embargo, para mejorar la producción es necesario generar información apropiada para las condiciones de nuestro país. Es por esto por lo que se realizó esta investigación, en el área del municipio de Tecpan, departamento de Chimaltenango, la cual consistió, básicamente, en la prueba de 4 substratos, basados en 4 diferentes tipos de madera provenientes de la siguientes especies:

- Encino (Quercus pilicaulis Trelease,).
- Ilamo (Alnus arguta [Schlecht] Spach,).
- Pino (Pinus montezumae Lambert).
- Ciprés (Cupressus lusitanica Miller,).

y la prueba de tres cepas del hongo introducidas a nuestro país.

El experimento realizado, reveló que cada substrato relacionado con cada una de las cepas se comportó en forma diferente, observándose que los aserrines, base de cada substrato, tuvieron influencia significativa

El experimento realizado, reveló que cada substrato relacionado con cada una de las cepas se comportó en forma diferente, observándose que los aserrines, base de cada substrato, tuvieron influencia significativa en las variables medidas. Al respecto, el aserrín de Encino y el de Ilamo fueron los que mostraron mayores rendimientos. Tomando en cuenta también la cepa inoculada así como otros aspectos como por ejemplo: el análisis de la rentabilidad y el análisis de otras variables medidas que fueron tomadas en cuenta para emitir conclusiones las cuales nos permitan conocer, de mejor manera, el fenómeno y sean la base para recomendar posibles formas de manejo

2. PLANTEAMIENTO DEL PROBLEMA

Actualmente, en Guatemala existe interés creciente por la producción del hongo Japonés Shiitake. Ya hay algunas personas produciendo, pero éstas se han enfrentado a algunos problemas. Uno de los más importantes es la baja producción debido a substratos poco eficientes y a cepas que no tienen la relación más adecuada con diferentes tipos de substratos. Otro de los problemas es la poca disponibilidad de madera de algún tipo en particular, por lo que es necesario conocer como responden otros tipos de madera. Unido a esto se da la situación de poco conocimiento existente en Guatemala para darle al hongo un ambiente propicio en el que pueda desarrollarse bien.

Tratando de dar alguna ayuda en esta problemática, se consideró necesario realizar esta investigación, la cual nos daría posibles formas de solución, con substratos basados en madera de especies existentes en nuestro país y cepas introducidas de dicho hongo.

3. MARCO TEÓRICO

3.1 Marco conceptual

3.1.1 Información general

3.1.1.1 Definición de hongo

Los hongos son organismos que no tienen clorofila, se reproducen en forma sexual o asexual por medio de esporas o conidias, poseen un micelio, formado por hifas, cuyo conjunto es similar a una masa de hebras entretrejidas conteniendo núcleos bien definidos. Los hongos perfectos son divididos en 3 clases, los ficomicetos con micelio generalmente cenocítico; los ascomicetos, con micelio septado y esporas sexuales en ascas; y, los basidiomicetos, con micelio septado y esporas sexuales en un basidio. Un cuarto grupo, los hongos imperfectos, que incluyen aquellas formas donde solamente existe el estado imperfecto, donde solo es reconocida la espora asexual(16) o conidio.

3.1.1.2 Biología de los hongos

Los hongos son organismos grandes o pequeños, algunos microscópicos, que carecen de clorofila y de tejidos conductores. La mayoría del 1,000,000 de especies de hongo conocidas son estrictamente saprófitas y viven sobre la materia orgánica muerta a la que descomponen. Alrededor de 50 especies de hongos producen enfermedades en el hombre y casi el mismo número ocasiona enfermedades en los animales, la mayoría de las cuales son enfermedades superficiales de la piel o de los apéndices. Sin embargo más de 8,000 especies de hongo producen enfermedades en las plantas. Todas las plantas son afectadas por algún tipo de hongo y cada uno de los hongos parásitos afecta a uno o más tipos de plantas (1).

3.1.1.3 Reproducción

Los hongos se reproducen, principalmente, mediante esporas. Las esporas son estructuras especializadas para la propagación del hongo; constan de una o varias células. Estas estructuras pueden formarse asexualmente, mediante la separación de pequeños fragmentos de micelio, o ser el resultado de un proceso sexual. Los hongos de la clase basidiomicetes forman sus esporas sexuales fuera del cigoto (denominado basidio) y a esas esporas se les denomina basidiosporas(1). Cada basidiospora da origen a un micelio

muchos basidiomicetos producen conidios (11).

3.1.1.4 Aspectos sobre hongos comestibles

Existe en la naturaleza una gran diversidad de hongos comestibles. Hay diversos factores que pueden limitar, en forma parcial o total, esta cualidad. Entre estos factores están las sustancias venenosas que contienen algunos, las cuales pueden inducir toxicidad parcial en los humanos, así como la muerte (3).

Otro factor que influye, es su sabor, ya que algún hongo que no sea tóxico y su consistencia sea adecuada, si carece de un sabor agradable, será muy difícil que tenga usos alimenticios.

Otro factor limitante es la consistencia de su carne; hay especies cuya consistencia es demasiado dura y fibrosa, esto hace que su asimilación sea difícil. Hay que agregar que los hongos comestibles se encuentran agrupados en las clases basidiomicetos y ascomicetos (3).

- Valor nutritivo:

Sin ser demasiado nutritivos, los hongos ofrecen un alimento de un sabor no despreciable y variable según las especies (3). El mayor constituyente, en ellos, es el agua, la cual es variable en cada especie, pero va de el 70% al 95%, dependiendo de su consistencia (3).

El contenido de proteína es menos que el de la carne; para el caso del Shiitake, este se sitúa en 16 a 29 % en base seca (11). Su contenido en carbohidratos y grasas es bajo (15). Para el caso de las grasas, este va del 0.05 al 2% (3). Para el caso de los carbohidratos, el contenido en el hongo comestible Shiitake es del 43 al 78 % en base seca, por lo que es considerado un alimento con bajas calorías (11). Hablando en forma general se dirá que el valor calorífico de los hongos, es de 25 K.cal./100 gr. de materia seca (15).

Los hongos son ricos en varias vitaminas tales como tiamina (B_1) ácido ascórbico (C), ácido nicotínico y pantoténico, riboflavina (B_2) y vitamina K. En el hongo Shiitake, se encuentran presentes los nueve aminoácidos esenciales en un grado similar a la proteína ideal para la nutrición humana. Se encuentra en altas cantidades los aminoácidos leucina y lisina los cuales son deficientes en muchos granos.

El contenido de minerales es de 2.6 a 6.5% constituido por calcio, fósforo, hierro, sodio y potasio (11). De éstos, los que se encuentran en mayor cantidad son el fósforo y el potasio (15). A partir de los hongos se han sintetizado sustancias que tienen diferentes usos tales como insecticidas (3), y médicos (11); la investigación, al respecto, continúa.

Para comparar el contenido nutricional de los hongos con respecto al de otros alimentos se presenta el siguiente cuadro:

CUADRO 1. CONTENIDO DE ALGUNOS ALIMENTOS EN PORCENTAJE DE PESO FRESCO.
THE NEDERLANDS S.F.

ALIMENTO	AGUA	PROTEINA.	CARBO HIDRA TOS	MINE RALES	GRASAS	VALOR ENER GETICO.100g Gr en KJ.*
HONGOS	90	3.5	0.3	4.5	1.0	105
ESPINACA	93	2.2	0.3	1.0	1.9	63
ESPARRAGO	95	1.8	0.1	2.7	0.6	84
PAPA	75	2.0	0.1	21.0	1.1	356
LECHE	87	3.5	3.7	4.8	0.7	260
CARNE	68	18.0	13.0	0.5	0.5	792

* 1 Kcal. =4.2 KJ.

FUENTE: The Training Centre For Mushroom Growing.

-principales hongos cultivados:

La importancia económica de los hongos cultivados ha ido en aumento (3). La variedad de hongos cultivados también ha aumentado; así los hongos que principiaron a cultivarse fueron los Agáriscos a los que pertenece el champiñon de París, de los cuales la producción mundial es la mayor en hongos comestibles (3). Otras especies también se han cultivado desde hace mucho tiempo, pero su uso no se había generalizado a nivel mundial (15). Para tener una

mejor idea sobre los hongos cultivados se presenta el cuadro No. 2 en el que se muestran los principales hongos cultivados, así como las producciones mundiales en toneladas métricas para el año de 1,985.

CUADRO 2. PRINCIPALES HONGOS CULTIVADOS Y PRODUCCIONES MUNDIALES ESTIMADAS PARA EL AÑO DE 1,985.

NOMBRE DEL HONGO.	PRODUCCION MUNDIAL EN TONELADAS METRICAS
Agaricus spp.	1,000,000
Lentinula edodes.	190,000
Volvariella volvacea.	50,000
Flammulina velutipes.	40,000
Pleurotus spp.	50,000
Pholiota nameko.	20,000
Tremella sp.	10,000
Auricularia judea.	8,000
Otros hongos.	1,000
PRODUCCION MUNDIAL	1,369,000

FUENTE: The Training Centre For Mushroom Growing.

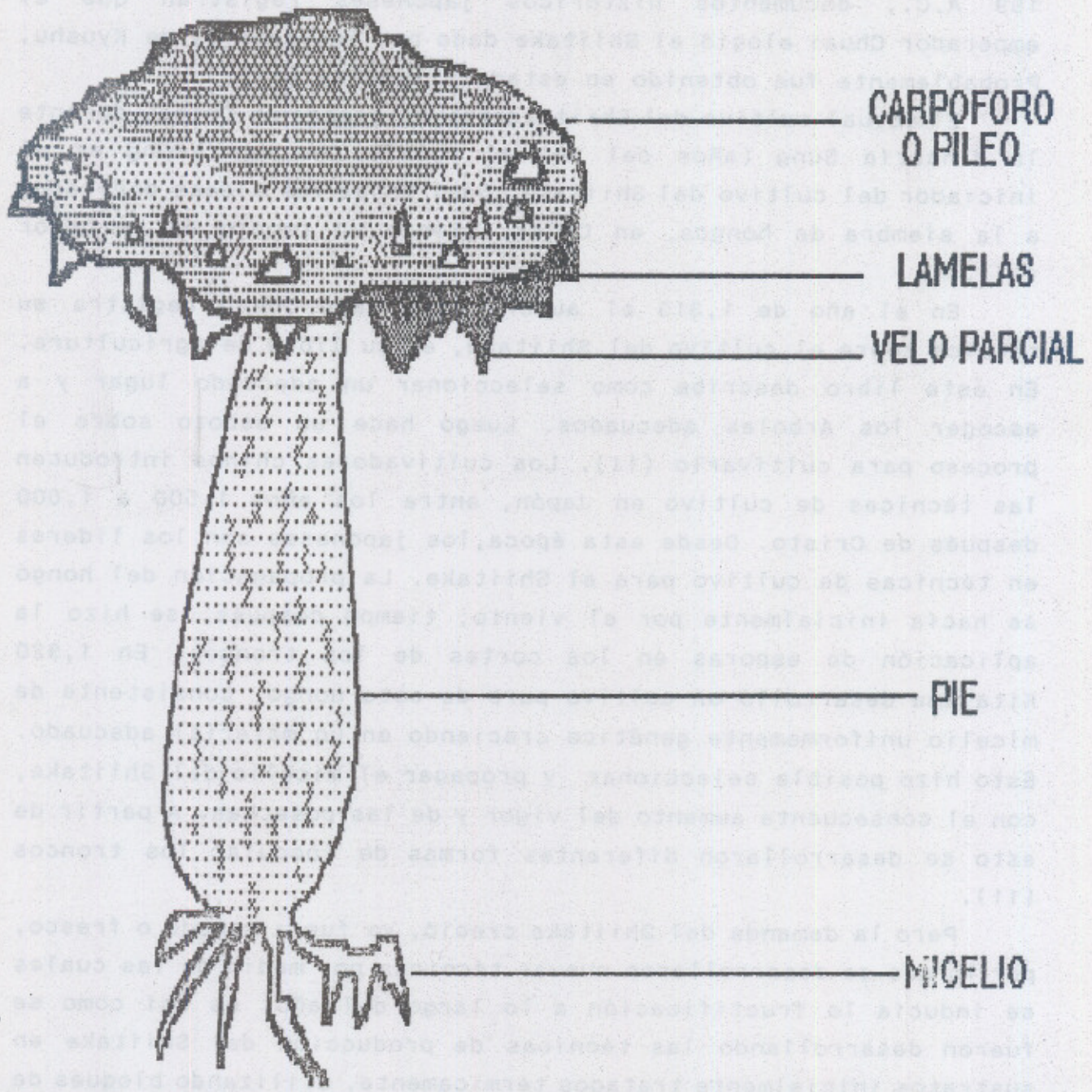


FIGURA 1. PARTES DE UN HONGO

FUENTE: STAMETS, P; CHILTON (14) Y FERRAN LAMICH (6)

3.1.2 Aspectos sobre el hongo Shiitake

3.1.2.1 Historia

Los antiguos escritos referentes al Shiitake, datan del año 199 A.C., documentos históricos japoneses registran que el emperador Chuai elogió el Shiitake dado por los nativos de Kyushu. Probablemente fue obtenido en estado silvestre (11).

El actual cultivo del Shiitake fue originado en China, durante la dinastía Sung (años del 960 al 1,127). Wu san kwung es el iniciador del cultivo del Shiitake. Casi todas las aldeas dedicadas a la siembra de hongos, en China, tienen un templo en su honor (11).

En el año de 1,313 el autor chino Wang Cheng registra su técnica sobre el cultivo del Shiitake, en su libro de agricultura. En este libro describe como seleccionar un adecuado lugar y a escoger los árboles adecuados. Luego hace un esbozo sobre el proceso para cultivarlo (11). Los cultivadores chinos introducen las técnicas de cultivo en Japón, entre los años 1,500 a 1,600 después de Cristo. Desde esta época, los japoneses son los líderes en técnicas de cultivo para el Shiitake. La propagación del hongo se hacía inicialmente por el viento; tiempo después, se hizo la aplicación de esporas en los cortes de los troncos. En 1,920 Kitayama desarrolló un cultivo puro de este hongo, consistente de micelio uniformemente genético creciendo en un material adecuado. Esto hizo posible seleccionar y propagar el micelio del Shiitake, con el consecuente aumento del vigor y de las cosechas. A partir de esto se desarrollaron diferentes formas de inocular los troncos (11).

Pero la demanda del Shiitake creció, ya fuera secado o fresco, por lo que se desarrollaron nuevas técnicas por medio de las cuales se inducía la fructificación a lo largo del año; es así como se fueron desarrollando las técnicas de producción del Shiitake en sustratos inicialmente tratados térmicamente, utilizando bloques de madera dentro de cilindros de vidrio (reportado en el año de 1,933), luego utilizando aserrín (reportado en 1,935). Esta última forma de sustrato se está utilizando cada vez más en todo el mundo (12). Desde principio de los años 80, estos hongos se han convertido en un cultivo comercial importante en los Estados Unidos

de Norteamérica. El nombre Shiitake se deriva del japonés y significa hongo del árbol shii (7).

En Guatemala fue introducida la cepa de Shiitake por el señor Hideo Kojima hace aproximadamente 10 años. Está fue traída del Japón, pero no se sabe si tiene algún nombre específico. Esta cepa fue inoculada en troncos, obteniéndose producción, la cual fue vendida para consumo local, además de vender pequeñas cantidades a Panamá y México. Sin embargo en la actualidad, no está produciendo, pues no pudo competir con el hongo deshidratado procedente de la China. Como dato importante: la producción estaba ubicada en el área de Villa Canales Guatemala. Sobre la forma de producción, rendimiento y otras características no fue posible obtener más datos.

En el año de 1,990 fueron introducidas al país otras cepas provenientes de Estados Unidos. Estas cepas fueron traídas por el señor Eduardo Matheu. Dichas cepas fueron inóculadas en troncos y en aserrín obteniéndose producción para el mercado local; la producción fue bastante poca, pero se tiene planes para ampliarla más, cuando termine la fase de experimentación. La empresa COLTEC también está produciendo este tipo de hongo; los inicios de la empresa fueron en el año de 1,991, cuando se hizo una conferencia sobre este hongo por parte de la gremial de exportadores de productos no tradicionales.

Inicialmente, fueron traídas cepas provenientes de Estados Unidos, para luego reproducirlas aquí, utilizando como material base aserrín y maicillo. El único substrato que han empleado es el aserrín de encino suplementado con maíz y afrecho, lo que ha producido rendimientos aproximados a 0.57Kg. por 2.73 Kg. de substrato (rel. 5:1 aproximadamente)

La temperatura y la humedad relativa son controladas, manteniendo la temperatura de 20 a 25 grados centígrados durante la incubación y abajo de 20 grados centígrados durante la fructificación. El tiempo de incubación es de 120 días aproximadamente. Los volúmenes de producción son a partir del mes de abril de 2,000 bloques al mes.

Entre los problemas expuestos está la poca disponibilidad de aserrín de encino, y la contaminación debida al hongo *Trichoderma* spp.

La granja de producción está ubicada en las afueras de la ciudad capital. Se ha tenido conocimiento que hay más personas interesadas en producir este hongo, pero por diversas razones no han logrado salir al mercado.

3.1.2.2. Características del Shiitake

-físicas:

en cuanto a su color las lamelas son blancas y permanecen así en la madurez, a diferencia de los agáricos y amanitas, en los que el color de las esporas les hace tomar un tono oscuro; estas lamelas tienen bordes aserrados, permaneciendo bastante unidas entre sí. El carpóforo o píleo tiene un color marrón claro, los talos aún no maduros permanecen algo más claros, alrededor de su centro, más oscuro. A la madurez algunas veces se agrieta la superficie, dando grietas radiales, cuyo interior permanece blanco. El color puede variar del rojizo a varias tonalidades del marrón blanquizco al oscuro (6).

El tamaño del píleo es variable, pero va de 4 a 8 cm. de diámetro. En la madurez el centro presenta una depresión. Su forma tiende a ser redonda y ligeramente cóncava (6). El margen es enrollado cuando es joven. Las orillas de la superficie del carpóforo tiene remanentes del velo color blanquizco. Su sabor es fuerte, ligeramente ácido y cuando se come su consistencia es carnosa y ligeramente elástica. El pie está centralmente unido al carpóforo, corto, muy firme y con fibras que son remanentes del velo parcial. Sus esporas son blanquizcas en masa así como el micelio (14).

-reproducción:

la mayoría de los hongos tienen somas vegetativos que consta de filamentos continuos, más o menos alargados, que pueden o no tener paredes transversales (septos).

Los hongos tienen 2 tipos básicos de micelios: primario y secundario. Pueden diferenciarse porque el micelio primario crece más lento que el secundario. El hongo Shiitake produce cuerpos fructíferos a partir únicamente del micelio secundario el cual es dicariótico (posee 2 núcleos por célula). El micelio secundario es formado a partir del micelio primario (12).

El hongo Shiitake puede reproducirse entonces a través de esporas que forman micelio primario, o del mismo micelio, el cual forma el talo.

Para dar una mejor idea de la reproducción se presenta el ciclo de vida del Shiitake.

-Ciclo de vida:

El ciclo de vida del Shiitake comienza cuando un hongo maduro esparce basidiosporas en el aire y son dispersadas por el viento. Las esporas perecen rápidamente cuando son expuestas a la luz del sol, pero algunas que encuentran un sustrato adecuado y condiciones propicias, germinan y establecen una nueva colonia (11).

Cuando la basidiospora germina produce un micelio primario, este es ligeramente breve y da origen a un micelio secundario. En este estado vegetativo el micelio coloniza y digiere la madera, absorbe y utiliza los nutrientes en la preparación para la fructificación.

La formación del hongo propiamente dicho comienza cuando pequeños nudos de micelio, llamados primordios se desarrollan bajo la superficie. Este primordio incrementa su tamaño, y crea suficiente presión para romper la superficie. Si el ambiente es favorable y el agua y los nutrientes no son limitantes, continúa creciendo hasta convertirse en hongos maduros (11). Las esporas maduras caen de las lamelas en áreas aledañas o son llevadas por corrientes de aire a nuevos sustratos (11).

3.1.2.3 Clasificación

A continuación se presenta la clasificación taxonómica del Shiitake (1,3):

Reino: Plantae
 División: Fungi
 Clase: Basidiomycetes.
 Sub-clase: Homobasidiomycetes.
 Serie: Hymenomicetae.
 Orden: Afiloforales.
 Familia: Lentinaceae.
 Género: Lentinula.
 Especie: Lentinula edodes (Berck) Pleger.

el nombre científico de *L. edodes* (Berck) Pleger ha sufrido varios cambios. En el cuadro número 3 se muestran los sinónimos de este hongo a través de los años.

CUADRO No.3 SINONIMOS PARA *Lentinula edodes* [Berck] Pleger.

NOMBRE.	AÑO ASIGNADO
<i>Agaricus edodes</i> .	1,877
<i>Collybia shiitake</i>	1,886
<i>Armillaria edodes</i>	1,887
<i>Agaricus russaticeps</i>	1,888
<i>Lepiota shiitake</i>	1,889
<i>Lentinus tonkinensis</i>	1,890
<i>Mastaleucomyces edodes</i>	1,891
<i>Pleurotus russaticeps</i>	1,891
<i>Cortinellus shiitake</i>	1,899
<i>Tricholoma shiitake</i>	1,918
<i>Cortinellus berkeleyanus</i>	1,925
<i>Lentinus shiitake</i>	1,936
<i>Cortinellus edodes</i>	1,938
<i>Lentinus edodes</i>	1,941
<i>Lentinula edodes</i>	1,975

FUENTE: Shiitake Growers Handbook.

Existen, además de ésta, otros tipos de clasificaciones las cuales se basaron en las características de crecimiento, necesidades o requerimientos etc.

3.1.2.4. Factores físicos y químicos que influyen sobre el Shiitake

-Temperatura:

La temperatura es uno de los más importantes factores en el cultivo del Shiitake, ya que afecta a la sobrevivencia, al grado de crecimiento, al tiempo de fructificación, a la cosecha y a la uniformidad de la condición del hongo (12). Se ha reportado que el Shiitake sobrevive en troncos a temperaturas que van de -30 a 45°C . El Shiitake muere a temperaturas alrededor de 45°C ., pero expuesto a un prolongado período a 35°C , también puede morir (11).

El micelio crece a temperaturas entre 4°C y 35°C , pero el óptimo de temperatura es de 24°C a 28°C grados centígrados (11,6), usualmente a 25°C (11). La temperatura afecta la iniciación y el desarrollo del hongo. Esta iniciación es inducida por un repentino cambio en la temperatura o por un período de temperaturas fluctuantes. La temperatura, durante la iniciación, es crítica para máximas cosechas. El óptimo de temperatura para la iniciación, está en el rango de 10°C a 25°C ., usualmente 10°C a 16°C (11). Otras publicaciones dan un rango de 12°C a 20°C grados centígrados (6), lo cual es considerado similar. Cuando los hongos crecen en condiciones frías, los pies son cortos y los carpóforos son gruesos (11).

-Humedad ambiental:

La evaporación del agua es importante durante el cultivo del Shiitake; los hongos están constituidos del 85 al 95 % de agua, la cual están perdiendo constantemente al aire. El substrato también está perdiendo agua. Si es mucha el agua perdida, la cantidad y la calidad de la cosecha se ve disminuida (11). Para el cultivo del Shiitake deben controlarse los parámetros de humedad absoluta, humedad relativa y punto de condensación, los cuales están relacionados entre sí (11).

Humedad absoluta, es la cantidad de vapor de agua (libras o gramos) en una unidad de aire (pie^3 , m^3 , libras). El punto de saturación, es la máxima cantidad de agua que puede contener un volumen de aire. Cuando la humedad absoluta equivale al punto de saturación el agua empieza a condensarse, este es el llamado punto de condensación. La humedad relativa indica que tan seco o húmedo es el aire. Si el aire es frío (16 grados centígrados), con la pérdida de agua, la humedad relativa puede ser del 100%, por lo que se da el punto de condensación. Uno o dos grados de caída en la temperatura, aumenta la humedad relativa, por lo que el aire se satura, lo que estaría creando condensación del agua, lo que daría problema sobre el desarrollo de los hongos (11). La humedad relativa adecuada para un crecimiento en aserrín es del 90% (14). Para medir la humedad relativa se puede utilizar aparatos como los higómetros y psicrómetros (11).

-Humedad relativa:

La humedad relativa y el movimiento del aire tiene que ser cuidadosamente controlados para evitar un rápido secamiento, no obstante, se debe proveer la suficiente ventilación para el adecuado crecimiento. El contenido final de humedad de un hongo, depende en parte, de la humedad durante la maduración. Los hongos creciendo en altas humedades ambientales contienen más agua que los que están creciendo en baja humedad (11).

-Contenido de humedad:

El contenido de humedad, es la cantidad de agua en un objeto expresado en porcentaje del peso total. Este es calculado por la diferencia existente entre el peso inicial de una muestra con el peso después de haberse secado en un horno (11).

El adecuado contenido de humedad en el substrato es crucial para un buen inicio de la colonización del micelio (14). El óptimo nivel del contenido de humedad para el crecimiento del micelio del Shiitake es del 55 al 68% en cultivo sobre aserrín, y del 35 al 75% en troncos naturales (11). A este respecto Akiyama Et al (1,976) citado por Royse (12), determinó que el 70% de humedad en los troncos da un alto grado de crecimiento del micelio. Cortes frescos

de troncos están en el rango del 65 al 75% de humedad, sin embargo Harris (1,986) citado por Royse (12), observó que la mayoría de encinos tienen un contenido de humedad cuando han sido cortados menor del 50%. La formación del primordio sobre troncos ocurre del 35 al 65% de contenido de humedad del tronco, con el óptimo rango del 55 al 65%. Si el substrato es secado hasta un 23% de contenido de humedad, el hongo puede morir (11).

-Luz:

El Shiitake requiere luz durante su estado vegetativo y durante la maduración (11). La luz durante el período de crecimiento vegetativo, es prerequisite para la maduración del Shiitake. Sin embargo la duración necesaria no es bien definida y una exposición breve (20 minutos por día), puede ser suficiente(11).

La luz es expresada en términos de longitud de onda y de intensidad. En cuanto a longitud de onda el Shiitake responde a longitudes de onda cercanas al ultravioleta (del violeta azul), de 370 a 420 nm. Si es usada luz artificial, estas longitudes de onda pueden ser obtenidas con el uso de lámparas fluorescentes. La intensidad es expresada en lux. Una regla práctica para la cantidad de luz requerida durante la maduración, es que la luz existente permita leer un periódico con los brazos extendidos (11). La colonización del micelio requiere de 180 a 940 lux, siendo el óptimo de 550 lux (11), a esta cantidad, las cosechas son altas (12).

-PH:

El ph. es una indicación de la acidez o alcalinidad de una solución y es medida en unidades de ph. La escala va de 0 a 14, con un ph 7 como punto neutro. A ph 7, las concentraciones de iones (H^+) es igual a la concentración de iones de hidróxidos (OH^-). Un ph. de 7 a 0 indica una solución muy ácida; de 7 a 14 la solución es alcalina (básica) (5). El ph, puede ser medido con un potenciómetro (5), o con químicos que dan determinados colores de acuerdo al ph (11).

El ph, puede afectar la reacción entre las enzimas de los hongos que degradan la madera; si el ph no es adecuado la enzima

trabaja más lenta o puede ser inhibida (11). El ph óptimo reportado para el crecimiento micelial de Shiitake, es de 3.5 a 4.3. El ph de la madera es de 4.5 a 5, pero el grado de acidez aumenta durante la descomposición de la madera por el Shiitake (11). El óptimo ph para la maduración es de 3.5 a 4.5 en cultivo de laboratorio y de 5 en cultivo sobre aserrín (11).

-Concentración de gas:

Los hongos son organismos aeróbicos; utilizan oxígeno y respiran dióxido de carbono (11). La concentración de gas es generalmente, expresada en porcentaje o en partes por millón (ppm). Estudios realizados para champiñón, muestran que niveles de CO₂ arriba de 0.6% hace que aumente el crecimiento micelial, sin embargo niveles del 0.4% para arriba, inhiben la iniciación del primordio. Niveles de CO₂ abajo de 0.2% (o de 1,000 ppm) (15), son óptimos para la maduración. El Shiitake reacciona, similarmente, a estos niveles de bióxido de carbono (11). Una combinación de humedad adicional y reducción del bióxido de carbono, da un estímulo de formación de esporas y desarrollo (13).

3.1.2.5 Porcentaje de producción (PR)

Es definido por la eficiencia biológica (BE) en una unidad de tiempo (t) (13). La eficiencia biológica es definida, por el peso de hongos frescos producidos por unidad de peso del substrato seco (14), y expresada en porcentaje (13). Es importante saber que el hongo emerge relativamente, según el tiempo, así que el ambiente y los factores genéticos pueden ser comparados y evaluados. Se han utilizado diferentes unidades de tiempo (horas, días, meses, años) que pueden usarse en el calculo del PR. El grado de producción puede representarse por la expresión matemática siguiente:

$$PR = \%BE / t$$

Hasta ahora, el PR indica en un único concepto mucho sobre la producción de hongos de sistema a sistema (13).

3.1.2.6 Características de las cepas de Shiitake

Las cepas de Shiitake constituyen una fuente de variación en la producción; cada cepa puede reaccionar de una forma diferente a las condiciones ambientales (11). Se hizo una división de estas cepas en base a su respuesta a condiciones ambientales.

-Cepas de amplio rango:

Producen carpóforos hongos bajo un amplio rango de temperaturas y son fácilmente inducidas a madurar por medio de un remojo seguido de un período seco. Son particularmente adecuadas para la maduración forzada y pueden producir durante todo el año bajo condiciones controladas.

Bajo condiciones naturales maduran en el mes de junio y en el mes de octubre. Estas cepas son de rápida colonización. El crecimiento durante su fase vegetativa es rápido a 25°C, aunque tolera temperaturas más altas (11).

-Cepas de tiempo cálido:

Producen hongos de alta calidad a altas temperaturas de maduración. Estas cepas son inducidas a madurar en respuesta a una baja en la temperatura. Están bien adaptadas a madurar en calor, en áreas húmedas de la primavera hasta el otoño, cuando las lluvias periódicas o riegos inducen a la maduración. Son colonizadoras agresivas. El máximo crecimiento durante la fase vegetativa es cercano a 25°C, pero el crecimiento es bueno a temperaturas más altas (11).

-cepas de tiempo frío:

Estas cepas requieren frío o temperaturas bajas para madurar. Con mucho de esto, la maduración es detenida o abortada a altas temperaturas. La calidad del hongo es muy alta con temperaturas frías de maduración. La inducción generalmente ocurre durante un período frío. Estas cepas son de rápida colonización, pero muchas requieren de un largo período vegetativo. El rápido crecimiento vegetativo es cercano a los 25°C, pero el crecimiento continúa luego a temperaturas frías. Estas cepas producen buenas cosechas a partir del segundo año (13).

1111 3.1.3. Cultivo en aserrín

3.1.3.1. Introducción

El cultivo en sustratos de partículas vegetales es relativamente nuevo para el hongo Shiitake. En muchas formas el cultivo de Shiitake sobre aserrín es del mismo modo que el cultivo sobre troncos naturales. La respuesta del hongo al ambiente es idéntica. Experimenta además los mismos estados de crecimiento: inoculación, inducción de la madurez y reposo (11). Sin embargo una comparación de la composición física de los sustratos naturales o sea troncos y la del aserrín, revela que estos son unos de los factores más obvios que influyen el porcentaje de producción del Shiitake. El crecimiento vegetativo del micelio del Shiitake en troncos es físicamente restringido por la organización celular de la madera intacta. La madera en su estado natural, es difícil de hidrolizar con enzimas producidas por el crecimiento del hongo (12).

En contraste, la restricción al desarrollo micelial es encontrada pequeña en un sustrato de aserrín suplementado, puesto que hay numerosos espacios de aire entre las partículas del aserrín. Con esto el micelio tiene más capacidad para extenderse (12). Esto resulta en altos rendimientos (eficiencia biológica), en un corto período de tiempo (6 a 9 meses) (11).

3.1.3.2. Ingredientes del sustrato

-aserrín

La proporción de aserrín a utilizar debe ser ajustada por el agricultor de acuerdo a su experiencia y a la experimentación (11).

El aserrín preferido es el de maderas duras, por ejemplo de encino (*Quercus* spp.), o de arce (*Acer* spp.), pero donde hay poca disponibilidad de este tipo de madera, se utiliza de maderas suaves. Sin embargo, muchas maderas suaves contienen resinas y materiales fenólicos, que podrían inhibir el crecimiento fungal. El aserrín de maderas suaves, puede ser químicamente tratado con Carbonato de sodio, el cual remueve una porción de estos componentes. Otra forma de resolver este problema, es dejar el

aserrín al aire libre por uno o mas años (11). El aserrín constituye del 60 al 90% de peso seco del substrato (11). El tiempo requerido para que el Shiitake degrade el substrato, está en relación al tamaño de la partícula. Partículas alrededor de 2 a 3 mm. son colonizadas rápidamente por el Shiitake. El crecimiento micelial en partículas menores que 1.5 mm. es lento (11).

-Suplementos

Los suplementos son adicionados al substrato para acelerar el crecimiento e incrementar el rendimiento de los hongos. Muchos materiales pueden utilizarse para suplementar los sustratos: entre estos está la paja de trigo, de arroz, de maíz, desechos de caña de azúcar, de algodón y de coco (15). Se puede adicionar, también, materiales que contienen proteínas y carbohidratos fácilmente degradables por ejemplo harina de granos de soya, algodón (15), trigo (11), etc.

3.1.3.3. Preparación del substrato

La fórmula de los sustratos dependen de la disponibilidad de materiales. Una fórmula standard es del 80% de aserrín y de 20% de suplementos en peso de base seca. Investigadores suizos han reportado éxito con un 75% de aserrín de abeto (*Abies spp.*), 24% de salvado de trigo y 1% de cal (11).

Los materiales son mezclados en tiempo seco con la ayuda de mezcladoras de concreto o de barreno (11).

El agua es adicionada para llevar el contenido de humedad a un nivel adecuado, el cual es del 55% al 70% antes del tratamiento con calor (11).

Muchos agricultores determinan el apropiado contenido de humedad por medio de exprimir la mezcla con una mano después de haber aplicado el agua. Gotas de agua libre deben comenzar a aparecer cuando se exprime y la mezcla debe permanecer en bloque cuando se suelta (11).

3.1.3.4. Envasado del substrato

Cuando el hongo es cultivado en aserrín, no tiene la protección que podría tener por la corteza en troncos naturales (11).

Generalmente el substrato se empaca en contenedores resistentes al calor (11).

-tipos de envases

Los más comúnmente utilizados son las bolsas de las cuales hay varios tipos:

- De polietileno de baja y de alta densidad. El polietileno de baja densidad no soporta temperaturas arriba de 80°C. pero es más permeable a los gases y al vapor de agua, por lo que el Shiitake puede crecer en este tipo de bolsas (11).

- El polietileno de alta densidad soporta temperaturas arriba de 121°C., pero la permeabilidad a los gases es menor que con el polietileno de baja densidad. Su color es algo oscuro (11).

- Polipropileno: Las bolsas más comunes que soportan altas temperaturas (de 135 grados centígrados); son de este material y se necesita de provisión de aire (11).

Debido a que los materiales que soportan altas temperaturas son poco permeables, es necesario dejar una abertura para el intercambio gaseoso, esto se logra colocando un tapón de algodón, el cual, permite un intercambio de gases pero no el de contaminantes (11).

-llenado

Las bolsas pueden ser llenadas a mano o con maquina. Al presionar la mezcla del substrato, aumenta la densidad, esto incide en mayores cosechas por bolsa. Sin embargo no debe ser tal, que impida la circulación de gases a través del substrato (11).

3.1.3.5. Tratamientos con calor

Después que la mezcla ha sido preparada está es tratada con calor para eliminar o reducir las poblaciones de organismos competidores presentes en el sustrato (11).

El tratamiento con calor de los sustratos previo a la inoculación da muestras de incrementar el porcentaje de producción del Shiitake para sustratos sintéticos (Royse et al 1,985) (12).

El tratamiento de madera con calor puede alterar la composición de la lignina y la celulosa según Merritt y White (1,943), citados por Royse (12).

Royse et al (12), determinó que tratamientos calientes de aserrín con vapor a 80 grados centígrados elimina exitosamente los hongos competidores, pero resulta en un subóptimo rendimiento relativo al sustrato idéntico tratado con calor a 121 grados centígrados.

Los tratamientos caloríficos más comúnmente usados por los cultivadores de hongos, son la esterilización y la pasteurización.

-esterilización

Los sustratos de aserrín son comúnmente esterilizados con vapor de agua; con frecuencia bajo presión.

La temperatura mínima de esterilización es el punto de ebullición del agua (11). El tiempo total requerido para esterilizar, equivale al tiempo requerido para que la penetración de calor llegue al centro del sustrato mas el tiempo de exposición a las temperaturas necesarias para eliminar todos los organismos. Por eso 20 minutos a 121 grados centígrados puede esterilizar, pero el tiempo total se ha establecido de 2 a 5 horas para asegurar los resultados (11).

La esterilización bajo presión se hace en autoclaves o retortas. El costo inicial de estos aparatos es alto, pero se puede realizar la esterilización en menor tiempo, utilizando menos energía.

Para la esterilización a menores temperaturas sin presión, se utilizan vasos, a temperaturas de 100 grados centígrados (11). Generalmente el sustrato es empacado primero que autoclaveado (11).

-Pasteurización

La pasteurización, elimina una parte de las poblaciones de los microorganismos, pero no afecta a los organismos termo-tolerantes. La pasteurización ocurre a temperaturas de 60 a 80 grados centígrados (11). La pasteurización es ampliamente utilizada por cultivadores de otros hongos (15), pero es raramente usada para el cultivo del Shiitake. Experimentos han demostrado que bajos rendimientos son obtenidos con substrato pasteurizado (80 grados centígrados por 30 minutos), en comparación con el substrato esterilizado (12).

Esta diferencia puede tener dos explicaciones: una sería porque los microorganismos que quedan después de la pasteurización compiten por los nutrientes con el Shiitake. La otra explicación sería, porque las altas temperaturas de esterilización, hacen que los componentes de la madera sean descompuestos y se liberen azúcares, los cuales son utilizados por el Shiitake (11).

Royse (12), concuerda con esto, al afirmar que los cambios químicos asociados a altos tratamientos caloríficos son, posiblemente, los responsables de aumentar el PR de los sustratos sometidos a autoclave.

3.1.3.6. Inoculación

Inoculación es el proceso de introducir crecimiento activo del micelio de Shiitake en un substrato (11). Si contaminantes son introducidos durante la inoculación, o antes que el Shiitake complete la colonización del substrato, el cultivo puede fracasar. Afortunadamente el uso de técnicas pueden minimizar esta contaminación (11).

-Tipos de inóculo

Cultivo puro de micelio de Shiitake está ahora disponible en muchas formas que incluyen : en aserrín (Singer 1961), mezclas granos-aserrín (Royse 1985), líquido (Holtz y Street 1987; Song et al 1987)(12), y en tapones (11).

El inóculo en aserrín, consiste en micelio de Shiitake creciendo sobre un substrato preparado de aserrín suplementado. El

El aclimatamiento del micelio es rápido al nuevo substrato. Esta forma es mas difícil de manipular que otros tipos de inóculo (11).

El inóculo en granos consiste en partículas intactas de granos (por ejemplo trigo), colonizados por el micelio de Shiitake, el hongo rompe fácilmente los granos y se distribuye en el substrato, por lo que el tiempo de colonización es menor. El grano tiene altos niveles de nutrientes, los cuales pueden actuar como suplemento, a la vez que da al crecimiento del micelio un rápido inicio. Los altos contenidos de nutrientes en el grano hacen también más propensa la colonización a contaminarse si el tratamiento con calor ha sido insuficiente. Bajo las mismas condiciones, el inóculo en aserrín no presenta algunos de estos problemas (11).

El inóculo líquido consiste en micelio suspendido en una solución nutriente, la cual es inyectada dentro de los troncos, pero ha dado pocos resultados (11). El inóculo en granos, ha sido mas utilizado para sustratos sintéticos (11).

Si la inoculación se hace a base de esporas, obtenidas de los hongos cuando maduran, estos deben ponerse en suspensión acuosa teniendo un máximo de condiciones de fertilidad, sin embargo la inoculación es preferible hacerla en forma inmediata (6).

-Método de inoculación

Esta se puede realizar, haciendo un agujero en el substrato, en el centro de la bolsa para depositar allí el inóculo en forma vertical. Otra forma es mezclar homogéneamente el inóculo con el substrato, después que éste ha sido esterilizado, y luego envasado. Se logran mejores resultados en la inoculación, pero se requiere de condiciones especiales (11). La temperatura del substrato debe ser de 30°C o menos, antes de realizar la inoculación (11).

3.1.3.7. Características de las cepas de Shiitake

No todas las cepas de Shiitake son adecuadas para cultivar sobre aserrín. Cada cepa posee características específicas: forma, color, resistencia a las enfermedades, tiempo de colonización y temperatura óptima para el inicio de la colonización y fructificación. Sin embargo la expresión de estas características está influenciada por las condiciones de crecimiento y la fórmula

del substrato. Por ello se consigue únicamente definir la cepa que de mejor resultado con un substrato en particular mediante la experimentación y la experiencia.

3.1.3.8. Fase vegetativa

La fase vegetativa se inicia luego de haber realizado la inoculación. La duración de la incubación es determinada por la fórmula del substrato y la cepa. La incubación tiene dos fases: La primera fase, es la colonización inicial, que es cuando el micelio crece a través del substrato. La segunda fase, es cuando el micelio acumula energía para fructificar (11).

El tiempo de la fase vegetativa ha mostrado influencia en el PR. Se ha demostrado que hay una interacción significativa entre el genotipo y el tiempo de la fase vegetativa. En general una fase vegetativa más larga hace aumentar el PR (12).

El óptimo de temperatura para máximo crecimiento vegetativo del Shiitake está en el rango de 23 a 25 °C según Mori et al y Nishbori citados por Royse (12). Manteniendo las temperaturas del substrato en este rango, se provee un máximo crecimiento y se minimiza el tiempo requerido para una óptima fase vegetativa (11).

El adecuado nivel del contenido de humedad en el substrato es del 55 al 68 % (11).

3.1.3.9 Formación de talos

Después que la fase vegetativa es completada, el contenedor puede ser removido para la formación de talos productivos. La masa del substrato más el micelio es llamado bloque (11).

- inducción

El Shiitake requiere luz, previo a la inducción, más o menos, de 16 a 18 días son necesarios (11). La inducción puede ser iniciada por un cambio de la temperatura calida de la incubación (25°C.) a temperaturas frías (16°C.). Algunas cepas responden bien al cambio de temperatura, otras producen más hongos en respuesta a una baja brusca de la temperatura o shock. Este shock puede proveerse refrigerando los bloques de 5 a 8 grados centígrados por 5 a 12 días o humedeciendo los bloques con agua fría (5 a 16°C.) de

12 a 24 horas. Siguiendo al shock, los bloques son colocados bajo condiciones de maduración o sea una temperatura de 16°C (11).

-iniciación

La iniciación puede ser inhibida por altos niveles de bióxido de carbono, por lo que la superficie de los bloques debe estar expuesta al aire (11).

-maduración del producto

La maduración requiere condiciones ambientales específicas: temperatura de 13 a 20°C, humedad relativa del 75 al 95%, luz, aire fresco, suficientes nutrientes y reservas de agua en el bloque (11).

La óptima temperatura para maduración puede variar de 5 a 20°C. Sin embargo Tokimoto y Komatsu, citados por Royse (12), han demostrado que en algunas cepas, el píleo puede disminuir su diámetro a temperaturas alrededor de 16°C. Muchos agricultores producen a temperatura de 15 a 16°C, ya que, en este rango, se obtiene la mejor calidad de hongos y se aumenta el PR.

Generalmente en el primer flujo hay un alto porcentaje de hongos abortados, sin embargo, hongos normales son producidos durante los subsecuentes flujos.

-reposo

Entre cada flujo de hongos el micelio acumula reservas para volver a madurar. El período de reposo oscila de 10 a 30 días y puede ocurrir bajo un amplio rango de condiciones. En algunos sistemas, es bajo condiciones de maduración, pues si la temperatura es elevada el bloque es rápidamente cubierto (11).

3.1.3.10. Enfermedades y plagas

Un número limitado de enfermedades y plagas tiene el Shiitake, durante la maduración sobre aserrín. Afortunadamente la mayoría pueden ser controladas con medidas culturales (11).

Los hongos que pueden atacar durante la maduración pertenecen a los géneros *Trichoderma*, *Gliocadium*, *Mucor*, *Penicillium* y *Doratomyces* (14). Cada uno de estos hongos presentan síntomas y estructuras características.

El control para la mayoría de estos hongos, es hacer un adecuado manejo, principalmente en la fase vegetativa del hongo. Las características ambientales favorables al Shiitake lo hacen más capaz de resistir una invasión. Si el micelio se ha establecido completamente, es difícil que pueda entrar algún otro hongo (14).

Entre las plagas, las que más ocasionan problemas son las moscas, las cuales provocan problemas por bacterias. Estas deben excluirse del área de producción y evitar nuevas entradas(11).

En general, el uso de productos químicos podrían ayudar a bajar las poblaciones de patógenos, pero productos químicos no son corrientemente registrados para su uso en el Shiitake (11), aparte de poder afectar la calidad del producto exportable.

3.2. Marco referencial

3.2.1. Localización del experimento

El experimento fue establecido en la finca "Vista Bella", municipio de Tecpán, departamento de Chimaltenango. La altitud de la finca es de 2,240 msnm. (8), con precipitación media anual de 2,065 mm a 3900 mm (2), temperatura máxima de 25 grados centígrados, mínimas de 7.5 grados centígrados (2), en una latitud norte de 14°44'40", y longitud oeste de 90°58'10" (10).

El clima según Obiols (10), basado en la clasificación de Thornwaite, es templado, con invierno benigno húmedo, con vegetación natural característica de bosque con invierno seco y se representa como B₂'bBi.

El área del experimento está comprendida en la zona de vida según de la Cruz (4), basándose en Holdridge, de bosque muy húmedo montano bajo subtropical.

La vegetación natural predominante que puede considerarse como indicadora de esta zona de vida es: Cupresus lusitanica Miller, Gard., Chirantodendron pentadactylon Larreategui, Pinus ayacahuite Ehrenberg, y Pinus montezumae var. rudis (Endl.)Shaw.

Aldana (2), agregaría las especies arbóreas laurel (Litsea spp.), e ilamo (Alnus spp.).

4. OBJETIVOS

4.1. General

Aportar conocimientos, por medio de la experimentación, en la producción del hongo japonés Shiitake, en nuestro país.

4.2. Específicos

Recomendar el substrato y la cepa inoculada que hayan obtenido mayor rendimiento en un determinado tiempo.

Describir aspectos generales y del cultivo del hongo Shiitake (Lentinula edodes Berck, Pleger.).

Determinar el costo de producción del hongo japonés "Shiitake", así como la ganancia y su rentabilidad.

5. HIPOTESIS

El rendimiento en peso y el tiempo de cosecha variará significativamente de acuerdo al substrato y a la cepa de Shiitake que se utilice.

6. METODOLOGIA

6.1. Material experimental

Se utilizó para la elaboración del substrato, aserrín proveniente de las siguientes especies:

- Quercus pilicaulis Trelease, Encino
- Pinus montezumae Lambert, Pino
- Alnus arguta (Schlecht.)Spach, Ilamo
- Cupressus lusitanica Miller, Ciprés

además de utilizar salvado de trigo y grano de trigo.

Las cepas que fueron utilizadas para inocular el substrato fueron: cepa CS-53 y cepa CS-41 pertenecientes a la casa Northwest Mycological Consultants Inc., y la cepa Japonesa, reproducida en Guatemala a partir de hongos provenientes de semilla traída del Japón.

6.2. Diseño experimental

Debido a que las condiciones del experimento se presentaron homogéneas y no se observó ningún tipo de gradiente, el cual hubiera podido inducir variación en los tratamientos, se eligió utilizar un arreglo factorial 4 X 3 en un diseño completamente al azar con 4 repeticiones. Dicho diseño tiene el siguiente modelo estadístico:

$$Y_{ijk} = \mu + \alpha_i + \gamma_j + (\alpha\gamma)_{ij} + E_{ijk}$$

donde:

Y_{ijk} = respuesta del rendimiento de hongos obtenidos en la k-ésima repetición en el ij-ésimo tratamiento

μ = media general del rendimiento

0. INTRODUCCIÓN

El rendimiento en cose y el tiempo de cosecha varían significativamente de acuerdo al sustrato y a la cepa de Shiitake que se utiliza.

1. METODOLOGÍA

1.1. Material experimental

Se utilizó para la elaboración del sustrato, aserrín proveniente de las siguientes especies:

4. OBJETIVOS

4.1. General

Aportar conocimientos, por medio de la experimentación, en la producción del hongo japonés Shiitake, en nuestro país.

4.2. Específicos

Recomendar el sustrato y la cepa inoculada que hayan obtenido mayor rendimiento en un determinado tiempo.

Describir aspectos generales y del cultivo del hongo Shiitake (Lentinula edodes Berck, Pleger.).

Determinar el costo de producción del hongo japonés "Shiitake", así como la ganancia y su rentabilidad.

$$Y_{ijk} = \mu + \alpha_i + \beta_j + \gamma_k + \epsilon_{ijk}$$

donde:
 Y_{ijk} - respuesta del rendimiento de hongos obtenidos en la i -ésima repetición en el j -ésimo tratamiento
 μ - media general del rendimiento

5. HIPOTESIS

El rendimiento en peso y el tiempo de cosecha variará significativamente de acuerdo al substrato y a la cepa de Shiitake que se utilice.

6. METODOLOGIA

6.1. Material experimental

Se utilizó para la elaboración del substrato, aserrín proveniente de las siguientes especies:

-Quercus pilicaulis Trelease, Encino

-Pinus montezumae Lambert, Pino

-Alnus arguta (Schlecht.)Spach, Ilamo

-Cupressus lusitanica Miller, Ciprés

además de utilizar salvado de trigo y grano de trigo.

Las cepas que fueron utilizadas para inocular el substrato fueron: cepa CS-53 y cepa CS-41 pertenecientes a la casa Northwest Mycological Consultants Inc., y la cepa Japonesa, reproducida en Guatemala a partir de hongos provenientes de semilla traída del Japón.

6.2. Diseño experimental

Debido a que las condiciones del experimento se presentaron homogéneas y no se observó ningún tipo de gradiente, el cual hubiera podido inducir variación en los tratamientos, se eligió utilizar un arreglo factorial 4 X 3 en un diseño completamente al azar con 4 repeticiones. Dicho diseño tiene el siguiente modelo estadístico:

$$Y_{ijk} = \mu + \alpha_i + \gamma_j + (\alpha\gamma)_{ij} + E_{ijk}$$

donde:

Y_{ijk} = respuesta del rendimiento de hongos obtenidos en la k-ésima repetición en el ij-ésimo tratamiento

μ = media general del rendimiento

- α_i = efecto asociado al factor A (sustratos)
 γ_j = efecto asociado al factor B (cepas)
 $(\alpha\gamma)_{ij}$ = efecto asociado a la interacción entre sustratos y cepas
 ϵ_{ijk} = error experimental asociado a la ijk -ésima unidad experimental

En total se aplicaron 12 tratamientos. Cada tratamiento fue la combinación de sustratos, por las cepas. La unidad experimental consistió en 4 bolsas de sustrato conteniendo 0.44 kilogramos en peso de sustrato secado al aire. El total de bloques del experimento fue de 192.

6.3. Tratamientos

Los tratamientos efectuados en este experimento fueron los siguientes:

S1C1	S2C1	S3C1	S4C1
S1C2	S2C2	S3C2	S4C2
S1C3	S2C3	S3C3	S4C3

El código de cada uno de los factores que conforman los tratamientos aparecen en el cuadro 6. La distribución de las unidades experimentales fue completamente al azar.

6.4. Manejo del experimento

6.4.1. Preparación del sustrato

El sustrato se compuso de aserrín, salvado de trigo o afrecho, grano de trigo y agua. Para la preparación del mismo se utilizaron proporciones del 80% de aserrín, 10% de afrecho y 10% de grano de trigo. De acuerdo a esto se utilizaron aproximadamente 16.9 Kg. de aserrín, 2.11 Kg. de afrecho y 2.11 Kg. de grano de trigo, todo esto distribuido en las 48 bolsas que correspondieron a cada uno de los sustratos o sea que se introdujo, en cada bolsa, 0.44 Kg. de mezcla. Esta mezcla fue hecha en un balde, utilizando una paleta para mezclar los componentes eliminando las astillas para evitar dañar las bolsas. Antes de envasar el sustrato, se agregó agua a la mezcla a razón de 450 ml. de agua por 0.44 Kg. de sustrato secado al aire (en una relación 1:1). Después de agregar

el agua se volvió a mezclar para homogenizar la humedad en la mezcla y, posteriormente, envasar. La cantidad de agua aplicada fue determinada por pruebas hechas inicialmente.

6.4.2. Envasado

Para el envasado, se utilizaron bolsas de polietileno de alta densidad 6" X 14". El substrato fue introducido por medio de una cuchara y compactado con un mazo. Luego de pesar la bolsa, se procedió a colocar un anillo de PVC, para luego introducir un tubo de PVC, quedando la bolsa lista para esterilizarla.

6.4.3. Esterilización

Ya preparadas las bolsas, fueron llevadas a la autoclave para su esterilización. Esta se llevó a cabo a una temperatura aproximada a 121 grados centígrados, 18 psi de presión por un tiempo de 2 horas.

6.4.4. Inoculación

Después de la esterilización, se dejaron enfriar las bolsas o bloques para inocularlas. Para la inoculación se trasladaron las bolsas a la cámara de inoculación (fig. 4"A"), la cual se desinfectó previamente. Primero se sacó el tubo de PVC del centro del bloque con lo que quedó un agujero al centro. En este agujero se introdujo la "semilla" del hongo en una cantidad del 3 % del peso del substrato. Hecha esta operación se colocó un tapón de algodón en la boca de la bolsa para permitir el intercambio de gases.

6.4.5. Fase vegetativa

Luego de haber concluido la operación de inoculación, se colocaron las bolsas en un cuarto. Las condiciones del cuarto en cuanto a humedad y temperatura, están registradas en la figura 3"A". Durante esta fase se observó el desarrollo del hongo en la superficie del bloque.

6.4.6. Inducción

Cuando se observaron los primeros primordios, se abrió la bolsa parcialmente (hasta casi la mitad del bloque), y se dejaron sumergidos en agua fría durante 17 horas aproximadamente.

6.4.7. Cosecha

Cuando el bloque estaba listo para fructificar, se eliminó totalmente la bolsa, y comenzaron a aparecer primordios. El momento de la cosecha fue cuando se había roto el velo que cubre las lamelas, pero el carpóforo no se había abierto o expandido totalmente. La cosecha se hizo manualmente con un cuchillo, cortando los cuerpos fructíferos a ras del bloque.

6.5. Variables en estudio

Las variables que se midieron son:

-Peso, en kilogramos, de hongos frescos producidos por unidad de peso de substrato secado al aire. Esto fue medido durante 126 días de cosecha.

-Diámetro medio de los carpóforos, en centímetros.

-Tiempo a la cosecha, en días.

-Número de carpóforos o setas producidos por bloque.

-Desarrollo de cada uno de los tratamientos.

Para la obtención de los datos, fueron medidos todos los cuerpos fructíferos de cada unidad experimental.

6.6. Análisis estadístico

Para el análisis de la información obtenida, se hizo análisis de varianza (andeva): Los factores de variación que presentaron significancia, se sometieron a una prueba múltiple de medias de Tukey, para determinar las diferencias entre tratamientos con un 0.01 de significancia.

El análisis estadístico fue hecho utilizando el sistema SAS. La descripción de esta metodología se encuentra en el cuadro 15"A".

7. RESULTADOS

Los datos obtenidos de las mediciones realizadas están contenidas en el cuadro 4.

En dicho cuadro se encuentra, en la primera columna, cada tratamiento probado en el experimento. El código de cada tratamiento está explicado en el cuadro 6. Cada tratamiento está separado por una línea "gruesa".

La siguiente columna es la de bloque. Esta identificada a cada uno de los bloques o bolsas de aserrín que forman una unidad experimental. Son 4 bolsas o bloques de aserrín por cada unidad experimental.

Luego sigue la columna de corte que se le hizo a cada uno de los bloques de aserrín.

La columna de peso, es la cantidad en gramos que pesaron los hongos frescos en cada corte que se hizo.

La columna días, indica la cantidad de días transcurridos a partir de la inoculación hasta la cosecha; para cada uno de los bloques de aserrín del experimento.

La columna de # de carpóforos indica la cantidad de setas producidas por cada bloque o bolsa de aserrín.

La columna x diámetro, indica el diámetro medio de los carpóforos producidos por cada bloque de aserrín.

CUADRO 4 DATOS OBTENIDOS COMO RESULTADO DEL EXPERIMENTO REALIZADO.
FINCA VISTA BELLA TECPAN GUATEMALA, AÑO 1993.

TRATS	REP	BLOQUE	CORTE	PESO gr	DIAS	# CARPOFOROS	X DIAMETRO
C1S1	1	A	1	112.0			
			2	40.0			
			3	20.0			
			4	5.0			

TRATS	REP	BLOQUE	CORTE	PESO gr	DIAS	# CARPOFOROS	X DIAMETRO	
			5	10.0	119	10	5.81	
		B	1	125.0				
			2	45.0	118	7	6.91	
		C	1	118.0				
			2	25.0				
			3	40.0				
			4	50.0	119	8	8.51	
		D	1	207.0				
			2	25.0				
			3	98.0				
			4	25.0				
			5	15.0	117	15	6.53	
				X=118.25		σ=40	X=6.94	
	2	A	1	90.0				
				2	91.0			
				3	15.0	119	10	6.04
			B	1	132.0			
				2	23.5	119	8	6.75
			C	1	49.0			
				2	100.0			
				3	60.0			

TRATS	REP	BLOQUE	CORTE	PESO gr	DIAS	# CARPOFOROS	X DIAMETRO
			4	6.0	118	8	6.56
		D	1	150.0			
			2	50.0			
			3	16.0			
			4	30.0	118	13	6.19
					X=118.5	Ø 39.0	X=6.39
	3	A	1	140.0			
			2	48.0			
			3	25.0			
			4	20.0			
			5	30.0	119	18	5.57
		B	1	161.0			
			2	90.0			
			3	30.0			
			4	5.0	119	7	6.53
		C	1	88.0			
			2	80.0			
			3	40.0			
			4	50.0			
			5	43.0			
			6	9.0	119	13	6.7

TRATS	REP	BLOQUE	CORTE	PESO gr	DIAS	# CARPOFOROS	X DIAMETRO
		D	1	117.0			
			2	35.0	119	8	5.54
					X=119	$\bar{\sigma}=46$	X=6.09
	4	A	1	118.0			
			2	60.0			
			3	25.0			
			4	40.0	123	11	6.25
		B	1	98.0			
			2	105.0			
			3	18.0			
			4	30.0			
			5	10.0	121	15	5.56
		C	1	118.0			
			2	60.0	121	13	5.96
		D	1	133.0			
			2	71.0			
			3	40.0	123	12	6.1
					X=122	$\bar{\sigma}=51$	X=5.97
C1S2	1	A	1	20.0			
			2	30.0	173	5	4.06
		B	1	18.0			

TRATS	REP	BLOQUE	CORTE	PESO gr	DIAS	# CARPOFOROS	X DIAMETRO
			2	79.0	171	4	6.13
		C	1	25.0			
			2	25.0	184	2	6.6
		D	1	40.0			
			2	30.0	143	2	8.6
					X= 167.75	613	X=6.35
	2	A	1	70.0	163	8	5.14
		B	1	20.0			
			2	72.0	172	3	7.77
		C	1	44.0	179	4	5.75
		D	1	41.0			
			3	10.0	179	4	4.6
					X=173.25	619	X=5.82
	3	A	1	97.0			
			2	25.0	178	8	5.6
		B	1	20.0			
			2	25.0	171	2	6.9
		C	1	73.0			
			2	70.0	158	4	7.45
		D	1	65.0	158	2	9.5
					166.25	616	X=7.36

TRATS	REP	BLOQUE	CORTE	PESO gr	DIAS	# CARPOFOROS	X DIAMETRO
	4	A	1	50.0	164	2	8.2
		B	1	40.0			
			2	20.0	165	4	6.3
		C	1	40.8			
			2	50.0	171	4	5.53
		D	1	28.0			
			2	25.0			
			3	20.0	188	3	5.17
					X=167.0	613	X=6.3
C1S3	1	A	1	49.0			
			2	95.0	107	11	4.50
		B	1	104.0			
			2	55.0			
			3	20.0			
			4	20.0	113	9	6.38
		C	1	122.0			
			2	60.0			
			3	38.0	113	12	5.3
		D	1	123.0			
			2	30.0			
			3	5.0	114	10	5.34
					X=111.75	642	X=5.40

TRATS	REP	BLOQUE	CORTE	PESO gr	DIAS	# CARPOFOROS	X DIAMETRO
	2	A	1	163.0			
			2	28.0			
			3	10.0			
			4	10.0	113	14	5.15
		B	1	48.0			
			2	113.0			
			3	20.0	113	4	8.3
		C	1	58.0			
			2	105.0			
			3	20.0	113	10	5.41
		D	1	92.0			
			2	133.0			
			3	45.0	112 X=112.75	13 641	5.95 X=6.20
	3	A	1	83.0			
			2	30.0	113	6	5.05
		B	1	88.0			
			2	142.0	113	8	7.26
		C	1	3.0			
			2	15.0			
			3	70.0			
			4	20.0	111	11	4.83

TRATS	REP	BLOQUE	CORTE	PESO gr	DIAS	# CARPOFOROS	X DIAMETRO
		D	1	117.0			
			2	44.0			
			3	30.0	113	9	6.38
					X=112.5	$\bar{\sigma}=34$	X=6.03
	4	A	1	78.0			
			2	95.0	117	6	7.43
		B	1	105.0			
			2	50.0	119	4	8.43
		C	1	28.0			
			2	75.0			
			3	20.0	119	3	8.2
		D	1	100.0			
			2	120.0			
			3	55.0	115	13	6.46
					X=117.50	$\bar{\sigma}=26$	X=7.63
C184	1	A	1	45.0	180	3	4.83
		B	0	0	0	0	0
		C	1	70.0	177	5	4.60
		D	1	85.0			
			2	10.0	175	14	3.54
					X=133.0	$\bar{\sigma}=22$	X=3.24
	2	A	1	40.0	180	1	9.0

TRATS	REP	BLOQUE	CORTE	PESO gr	DIAS	# CARPOFOROS	X DIAMETRO
		C	1	100.0	173	5	4.10
		D	1	82.0			
			2	30.0	174	11	4.45
					X=176.75	521	X=6.08
	3	A	1	105.0	177	7	5.41
		B	0	0	0	0	0
		C	1	38.0	163	4	6.45
		D	1	55.0	175	11	3.56
					X=128.75	522	X=3.86
	4	A	1	105.0	177	13	4.42
		B	1	65.0			
			2	20.0	181	2	0.9
		C	1	53.0	177	10	5.25
		D	0	0	0	0	0
					X=133.75	0525	X=4.14
C2S1	1	A	1	60.0			
			2	60.0			
			3	39.0			
			4	8.0	144	7	6.43
		B	1	95.0			
			2	120.0	157	3	11.87
		C	1	65.0			

TRATS	REP	BLOQUE	CORTE	PESO gr	DIAS	# CARPOFOROS	X DIAMETRO
		D	1	74.0	164 X=152.25	3 616	7.5 X=8.94
	2	A	1	108.0	162	4	7.78
		B	1	140.0			
			2	30.0	144	7	6.30
		C	1	50.0			
			2	97.0	166	6	7.12
		D	1	80.0			
			2	65.0			
			3	40.0	152 X=156.0	4 621	8.88 X=7.52
	3	A	1	45.0			
			2	80.0	137	3	7.90
		B	1	42.0			
			2	165.0			
			3	132.0			
			4	12.0	140	21	5.94
		C	1	30.0			
			2	40.0			
			3	80.0	154	4	9.80
		D	1	100.0			
			2	120.0			

TRATS	REP	BLOQUE	CORTE	PESO gr	DIAS	# CARPOFOROS	X DIAMETRO
			3	55.0	115	13	6.40
					X=136.5	641	X=7.53
	4	A	0	0	0	0	0
		B	1	1	141	1	6.0
		C	0	0	0	0	0
		D	1	110.0			
			2	40.0			
			3	40.0	139	8	7.19
					X=70.0	69	X=3.30
C2S2	1	A	1	70.0	137	2	6.6
		B	1	32.0			
			2	55.0			
			3	10.0	141	3	7.7
		C	1	60.0	175	2	8.9
		D	1	43.0			
			2	40.0	141	2	7.8
					X=148.5	69.0	X=7.75
	2	A	1	40.0	196	1	9.7
		B	1	82.0	127	2	10.75
		C	1	70.0			
			2	40.0	112	2	12.0
		D	1	88.0			

TRATS	REP	BLOQUE	CORTE	PESO gr	DIAS	# CARPOFOROS	X DIAMETRO
			2	11.0	152	4	7.13
					X=146.75	69.0	X=9.90
	3	A	1	35.0	102	2	5.1
		B	1	39.0			
			2	63.0			
			3	50.0	108	9	6.51
		C	1	80.0	153	1	13.9
		D	0	0	0	0	0
					X=90.75	612	X=6.38
	4	A	1	130.0			
			2	50.0	150	6	7.23
		B	1	40.0			
			2	32.0	102	3	18.6
		C	1	27.0			
			2	36.0			
			3	15.0	105	3	8.67
		D	1	32.0			
			2	25.0	148	2	7.15
					X=126.25	614.0	X=10.41
0253	1	A	1	11.0			
			2	50.0			
			3	88.0	124	6	7.88
		B	1	10.0			

TRATS	REP	BLOQUE	CORTE	PESO gr	DIAS	# CARPOFOROS	X DIAMETRO
			2	40.0			
			3	25.0			
			4	115.0	149	5	6.0
		C	1	30.0			
			2	25.0	173	2	7.4
		D	1	31.0	223	1	8
					X=167.25	614.0	X=7.32
	2	A	1	50.0			
			2	30.0	176	2	8.3
		B	1	75.0			
			2	25.0			
			3	20.0	165	5	6.86
		C	1	23.0			
			2	80.0			
			3	30.0	167	6	6.53
		D	1	30.0			
			2	40.0	165	2	6.55
					X=168.25	615.0	X=7.06
	3	A	1	60.0			
			2	70.0			
			3	40.0	182	3	9.83
		B	1	42.0	170	1	9.70
		C	1	20.0			

TRATS	REP	BLOQUE	CORTE	PESO gr	DIAS	# CARPOFOROS	X DIAMETRO
			2	40.0	173	2	7.05
		D	1	65.0	170	2	8.25
					X=173.75	58.0	X=8.71
	4	A	1	45.0	221	2	6.75
		B	1	89.0	167	2	9.75
		C	1	110.0	173	2	9.15
		D	1	50.0	186	2	6.25
					X=186.75	58.0	X=7.98
C2S4	1	A	1	90.0	176	4	6.65
		B	1	80.0	229	2	9.35
		C	1	145.0	176	4	6.93
		D	1	100.0	182	2	11.0
					X=190.75	512.0	X=8.48
	2	A	1	100.0	180	6	5.18
		B	1	20.0			
			2	30.0			
			3	25.0	186	3	6.73
		C	1	52.0	186	2	6.85
		D	1	102.0	190	3	8.73
					X=185.5	514.0	X=6.87
	3	A	1	30.0			
			2	30.0	186	2	7.0
		B	1	43.0	180	1	8.0

TRATS	REP	BLOQUE	CORTE	PESO gr	DIAS	# CARPOFOROS	X DIAMETRO
		C	1	49.0			
			2	25.0	180	2	8.5
		D	0	0	0	0	0
					X=136.5	65.0	X=5.88
	4	A	1	52.0	180	1	9.5
		B	1	80.0	179	1	13.0
		C	1	70.0	176	2	8.5
		D	1	103.0			
			2	10.0	176	4	7.75
					X=177.75	68.0	X=9.69
C3S1	1	A	0	0	0	0	0
		B	1	80.0	179	1	13.0
		C	1	70.0	176	2	8.5
		D	1	103.0			
			2	10.0	176	4	7.75
					X=132.75	6=7.0	X=7.31
	2	A	1	42.0			
			2	42.0	188	2	9.85
		B	1	45.0			
			2	20.0	186	2	6.6
		C	1	30.0	232	1	8.1
		D	0	0	0	0	0
					X=151.50	65.0	X=6.14

TRATS	REP	BLOQUE	CORTE	PESO gr	DIAS	# CARPOFOROS	X DIAMETRO	
	3	A	1	55.0	179	3	11.53	
			2	50.0				
			3	40.0				
		B	1	40.0	210	1	8.2	
		C	1	70.0	215	3	8.2	
			2	20.0				
	D	1	80.0	215	3	6.33		
				X=206.25		610.0	X=8.57	
	4	A	0	0	0	0	0	
			B	1	58.0	141	9	5.21
				2	55.0			
		3	80.0					
		C	1	80.0	166	4	8.63	
			2	90.0				
	D	1	29.0	211	1	7.9		
				X=129.50		614.0	X=5.44	
C3S2	1	A	1	40.0	205	1	10.0	
		B	1	20.0	175	1	4.8	
		C	1	50.0	200	1	8.0	
		D	1	20.0	181	1	8.0	
				X=190.25		64.0	X=7.70	
	2	A	0	0	0	0	0	
		B	1	70.0				

TRATS	REP	BLOQUE	CORTE	PESO gr	DIAS	# CARPOFOROS	X DIAMETRO
			2	10.0	201	3	5.97
		C	0	0	0	0	0
		D	1	15.0	186	1	5.5
					X=96.75	64.0	X=2.87
	3	A	1	40.0	203	1	7.5
		B	0	0	0	0	0
		C	1	40.0	200	1	10.0
		D	1	50.0	194	2	8.15
					X=149.25	64.0	X=6.41
	4	A	1	30.0	246	2	4.5
		B	1	20.0	205	2	3.75
		C	1	8.0	211	1	4.1
		D	1	52.0	201	3	4.97
					X=215.75	68.0	X=4.33
C393	1	A	1	70.0	176	2	7.25
		B	1	55.0	138	1	8.5
		C	1	69.0			
			2	60.0	142	3	7.73
		D	1	57.0			
			2	21.0	138	3	6.3
					X=148.5	69.0	X=7.45
	2	A	0	0	0	0	0
		B	1	32.0	187	1	6.0

TRATS	REP	BLOQUE	CORTE	PESO gr	DIAS	# CARPOFOROS	X DIAMETRO
		C	1	75.0	201	1	8.7
		D	1	60.0	194	1	8.0
					X=145.5	53.0	X=5.68
	3	A	1	40.0	182	1	11.0
		B	1	132.0			
			2	60.0	160	6	11.13
		C	0	0	0	0	0
		D	0	0	0	0	0
					X=85.5	67.0	X=5.53
	4	A	1	37.0	145	2	8.9
		B	1	60.0	216	1	8.0
		C	1	45.0	187	1	9.5
		D	1	58.0			
			2	20.0	244	2	7.8
					X=198.0	66.0	X=8.55
0354	1	A	1	29.0			
			2	132	205	9	6.81
		B	1	80.0			
			2	60.0	205	10	4.51
		C	1	55.0			
			2	86.0			
			3	25.0	145	9	6.23

TRATS	REP	BLOQUE	CORTE	PESO gr	DIAS	# CARPOFOROS	X DIAMETRO
		D	1	133.0	203	13	4.9
					X=189.50	641.0	X=5.61
	2	A	0	0	0	0	0
		B	0	0	0	0	0
		C	1	100.0	205	4	8.43
		D	1	70.0			
			2	20.0	205	3	8.93
					X=102.5	67.0	X=4.34
	3	A	1	120.0	180	7	7.04
		B	1	45.0			
			2	15.0	192	2	9.05
		C	1	50.0	204	2	5.5
		D	1	50.0	204	1	7.0
					X=195.0	612.0	X=7.15
	4	A	1	40.0			
			2	90.0	183	2	15.0
		B	1	119.0			
			2	15.0			
			3	52.0	203	19	4.68
		C	1	45.0			
			2	67.0			
			3	25.0			
			4	30.0	140	17	4.65

TRATS	REP	BLOQUE	CORTE	PESO gr	DIAS	# CARPOFOROS	X DIAMETRO
		D	i	55.0	203	1	9.0
					X=182.25	539.0	X=8.33

Fuente: El Autor

7.1. Análisis estadístico

A continuación se presentan los resultados obtenidos del análisis estadístico efectuado para cada una de las variables medidas:

7.1.1. Peso de carpóforos frescos/454 gramos de substrato secado al aire

CUADRO 5 Análisis de varianza para la variable peso de hongos frescos/454gr.* substrato secado al aire. Ensayo realizado en finca Vista Bella. Tecpán Guatemala. Año 1993.

F.V.	G.L	S.C	C.M.	F	Pr>F
TOTAL	47	172302.414			
TRATS	11	142685.809	12971.43	15.7	0.001
SUSTR	3	54119.9925	18039.99	21.9	0.0001
CEPA	2	37700.8583	19850.42	24.1	0.0001
SUSTR * CEPA	6	48864.9582	8144.159	9.9	0.0001
ERR EXP	36	29616.6052	822.683		

C.V.= 28.24368

* 454grs.=1lb. inglesa.

De acuerdo al análisis de varianza realizado (cuadro 5), se observa que el rendimiento se ve afectado por el substrato utilizado, por la cepa inoculada, así como por la interacción entre ambas variables en un nivel altamente significativo.

Debido a que la interacción resultó ser significativa, se procedió a efectuar la prueba de comparación múltiple de medias de

Tukey, para dicha interacción con el objeto de determinar la combinación de factores que dieron el mayor rendimiento, así como las similitudes entre las mismas.

Por conveniencia para la presentación de resultados, se codificó cada tratamiento. El código de cada factor se muestra en el cuadro 6.

CUADRO 6 Código de factores estudiados

S1:substrato basado en aserrín de encino y trigo
S2:substrato basado en aserrín de pino y trigo
S3:substrato basado en aserrín de ilamo y trigo
S4:substrato basado en aserrín de ciprés y trigo
C1:cepa denominada en el mercado como CS-41
C2:cepa denominada en el mercado como CS-53
C3:cepa denominada como Japonesa

Los resultados de la prueba de comparación múltiple de medias se resumen en el cuadro 7.

CUADRO 7 Prueba de Tukey para la variable rendimiento.
 Ensayo realizado en Finca Vista Bella, Tecpán, Guatemala. Año
 1993.

TRATAMIENTO	MEDIA	AGRUPACIÓN TUKEY	GRUPO
S1C1	230.0925	a	1
S3C1	186.8750	a	1
S1C2	139.5000	a	1
S4C3	100.5000	a	1
S3C2	91.1875	ab	2
S2C2	82.5000	ab	2
S1C3	80.3750	ab	2
S4C2	77.2500	ab	2
S2C1	75.3000	ab	2
S3C3	63.9375	ab	2
S4C1	62.0625	b	3
S2C3	29.0625	b	3

en el cuadro 7, se observan los tratamientos en orden decreciente de acuerdo a su media, es decir, que el tratamiento S1C1 (substrato basado en aserrín de encino inoculado con la cepa CS-41; ver cuadro 6), es el primero debido a que tiene una media mayor, luego sigue el tratamiento S3C1 el cual tiene una media menor que el primero, y así sucesivamente.

La agrupación de Tukey muestra similitudes entre los tratamientos, si estos tienen asignada la misma letra, o sea de acuerdo a esto, los tratamientos S1C1, S3C1, S1C2 y S4C3 son estadísticamente iguales, mientras que S3C2, S2C2, S1C3, S4C2, S2C1 y S3C3 forman otro grupo los que son estadísticamente iguales entre sí, siendo los tratamientos codificados como S4C1 y S2C3, estadísticamente diferentes a los otros grupos.

Sin embargo para los fines que persigue este trabajo, el cual consiste en recomendar los tratamientos que obtuvieron mayor rendimiento, se puede decir que pueden utilizarse los tratamientos

contenidos en el grupo i (cuadro 7), con buenas probabilidades de éxito.

Debido a que en el mercado de este hongo también importa el tiempo de retorno del capital y la calidad del mismo, se hizo necesario analizar otras variables.

7.1.2. Días a la cosecha.

Esta variable fue medida con el objeto de conocer el tiempo de producción de cuerpos fructíferos a partir de la fecha de inoculación para así determinar cual tratamiento (sustratos/cepas) produjo en menor tiempo. Para esto se hizo el análisis de varianza.

CUADRO 8 Análisis de varianza para la variable días a la cosecha.

Ensayo realizado en finca Vista Bella, Tecpán Guatemala. Año 1993.

F.V.	G.L.	S.C.	C.M.	F	Pr>F
TOTAL	47	41308.08140			
TRATAMIENTOS	11	37249.55802	3386.3234	30.04	0.0001
SUBSTRATOS	3	74512.22270	2483.74076	22.03	0.0001
CEPA	2	17593.94655	8796.97328	78.02	0.0001
SUBS.* CEPA	6	12204.38920	2034.06487	18.04	0.0001
ERR. EXP.	36	4058.52338	112.73676		

C.V. = 6.42999

El cuadro 8, nos indica que los tratamientos efectuados al objeto de estudio tuvieron un efecto altamente significativo, en lo que respecta a los días a la cosecha, es decir el sustrato y la cepa utilizada tuvieron influencia sobre el intervalo de tiempo transcurrido desde la inoculación hasta la cosecha.

Debido a esto se establecerán diferencias o similitudes entre tratamientos por medio de la prueba de Tukey.

CUADRO 9 Prueba de Tukey para la variable días a la cosecha
 Ensayo realizado en finca Vista Bella, Tecpán Guatemala. Año
 1993.

TRATAMIENTO	MEDIA	AGRUPACION TUKEY	GRUPO
S3C1	113.6250	B	1
S1C1	119.4375	B	1
S2C2	135.6875	AB	2
S1C2	147.8750	AB	2
S2C1	168.5625	AB	2
S3C2	174.0000	AB	2
S4C1	176.0200	AB	2
S3C3	177.8750	A	3
S4C2	184.0000	A	3
S1C3	191.8975	A	3
S4C3	192.9375	A	3
S2C3	199.6250	A	3

El cuadro 9 muestra los tratamientos ordenados de acuerdo a la media, de días a la cosecha. La agrupación de Tukey, nos muestra en el grupo número 1, 2 tratamientos, los cuales son estadísticamente iguales, dándose la misma situación en los otros grupos.

De acuerdo a la finalidad de la investigación esto quiere decir que conviene seleccionar los tratamientos que tuvieron menor cantidad de días para producir cuerpos fructíferos, esto es los que tienen menor media, por lo que se seleccionan como mejores tratamientos los del grupo número 1 (ver cuadro 9), o sea los tratamientos S3C1 y S1C1 es decir: la misma cepa pero diferente sustrato.

7.1.3. Diámetro de carpóforo

Esta variable fue medida con el objeto de conocer que tratamiento obtuvo, según análisis estadístico los carpóforos más grandes, ya que esto es importante en el aspecto de calidad de mercado de este producto.

CUADRO 10 Análisis de varianza para la variable diámetro de carpóforo
Ensayo realizado en finca Vista Bella, Tecpán Guatemala. Año 1993.

F.V.	G.L	S.C.	C.M.	F	Pr>F
total	47	102.59049			
trats	11	51.278681	4.661698	3.27	0.0035
sutr.	3	3.535189	1.178396	0.83	0.4878
cepa	2	31.365416	15.682708	11.0	0.0002
sustr*cepa	6	16.378075	2.729679	1.92	0.1050
err. exp.	36	51.311815	1.425328		

C.V.: 16.47396

De acuerdo al análisis de varianza efectuado (cuadro 10), para la variable diámetro del carpóforo, se observa que solamente el factor cepa tuvo influencia altamente significativa sobre el diámetro del carpóforo (ver columna $Pr>f = 0.0002$), por lo que se realizó la prueba de Tukey para establecer las diferencias entre cepas.

CUADRO 11 Prueba de Tukey para la variable Diámetro de carpóforo debido a efecto de la cepa.

Ensayo realizado en finca Vista Bella, Tecpán Guatemala. Año 1993.

CEPA	MEDIA	AGRUPACION TUKEY
C2	7.976	a 1
C3	7.645	a 1
C1	6.120	b 2

El cuadro 11, muestra que la cepa codificada como C2 tuvo la media numéricamente mayor, siguiendo en orden decreciente la cepa C3 y por último la cepa C1. Esto indica que la cepa CS-53 dio los diámetros de carpóforo mayores; pero sin embargo al observar la agrupación de Tukey, se deduce que las cepas C5-53 y la japonesa se comportan estadísticamente iguales en cuanto a tamaño del carpóforo. La cepa CS-41 produce, entonces, carpóforos más pequeños, pero es más precoz y más rendidora.

7.1.4. Número de cuerpos fructíferos por bloque

Anteriormente se definió la variable diámetro de carpóforo la cual es importante en cuanto a calidad se refiere. Sin embargo el rendimiento no puede ser debido precisamente al mayor tamaño y por ende al mayor peso del carpóforo, sino que al mayor número de cuerpos fructíferos producidos.

Por lo anteriormente expuesto se realizó la medición y análisis estadístico de la variable Número de cuerpos fructíferos producidos por bloque.

CUADRO 12 Análisis de varianza para la variable número de cuerpos fructíferos por bloque con datos transformados por raíz cuadrada*

F.V.	G.L.	S.C.	C.M.	F
total	47	25.9869		
trats.	11	18.4080	1.6735	7.95
sustr.	3	3.8233	1.2744	6.05**
cepa	2	9.8176	4.9088	23.32**
sustr*cep	6	4.7672	0.7945	3.77**
err.exp.	36	7.5789	0.2105	

C.V.: 22.27

*datos transformados por la fórmula $y' = \sqrt{y}$

De acuerdo al cuadro 12, los tratamientos efectuados tuvieron influencia altamente significativa(**) sobre el número de cuerpos fructíferos por bloque, así como la interacción sustrato por cepa. Debido a esto se realizó la prueba de medias de Tukey para determinar los tratamientos que produjeron mayor cantidad de cuerpos fructíferos.

CUADRO 13 Prueba de Tukey para la variable Número de cuerpos fructíferos por bloque. Ensayo realizado en finca Vista Bella, Tecpan Guatemala. Año 1993.

TRATAMIENTO	MEDIA	AGRUPACION TUKEY	GRUPO
S1C1	11.000	a	1
S3C1	8.9375	a	1
S4C3	6.1250	a	1
S4C1	6.0625	a	1
S1C2	5.5625	a	1
S2C1	3.8125	a	1
S2C2	3.5625	a	1
S4C2	3.3125	a	1
S3C2	3.1875	ab	2
S1C3	2.5000	ab	2
S3C3	2.1250	ab	2
S2C3	1.2500	ab	2

El cuadro 13, muestra los tratamientos efectuados y sus respectivas medias arregladas de mayor a menor.

La agrupación de Tukey, nos muestra que hay un grupo mayoritario compuesto por 8 tratamientos que son estadísticamente iguales, es decir que estos tratamientos, aunque tienen diferente media, se comportan estadísticamente en forma similar, o sea que el número de cuerpos fructíferos producidos por bloque no es diferente estadísticamente siempre que se aplique cualquiera de estos tratamientos. Sin embargo la cantidad de cuerpos fructíferos es mayor en el tratamiento S1C1, siguiendo en orden decreciente el tratamiento S3C1, por lo que para planear más investigación se debe partir de estos dos tratamientos, pues esto comprueba los rendimientos obtenidos.

7.2. Desarrollo del hongo

Este aspecto de los resultados comprende las diferentes etapas por las que atraviesa el desarrollo del hongo en el substrato.

La primera actividad con la que comienza el cultivo y el desarrollo del hongo es la inoculación, la cual está descrita en la metodología.

El micelio del hongo comienza a multiplicarse y distribuirse en el substrato. El reconocimiento visual de esto es el contraste entre el substrato que tiene un color oscuro, con el micelio, que tiene un color blanco y va en constante aumento. A esta etapa se le denomina como colonización.

Cuando el hongo ha completado la etapa de colonización, comienza a aumentar la actividad del micelio en la parte que tiene contacto con el contenedor (bolsa), la superficie del substrato se va arrugando o plegando, por lo que se le ha denominado como etapa de "arrugamiento".

Después que se ha completado la etapa de "arrugamiento", continúa la etapa que denominamos como "capa café", que consiste en que la superficie del bloque toma una apariencia arrugada, pero de color café, similar al color de madera y hay producción de fluido metabólico, de color café claro. Al final de esta etapa, en las partes donde existe mayor concentración de micelio la capa café se agrieta, apareciendo partes blancas. Cuando llega a este punto es cuando el bloque está a punto de "fructificar". Esta capa es formada por el hongo como una protección al medio ambiente (11).

La figura 2 nos muestra una gráfica en donde a cada tratamiento le pertenece una barra, la cual está dividida en

diferentes áreas, de acuerdo a la duración en días de cada una de las etapas antes mencionadas. Esta gráfica nos permite observar que la duración de cada una de las etapas no tiene influencia en cuanto a la cantidad de días para producir, ya que por ejemplo el tratamiento S3C1 tiene una de las etapas de colonización mas larga, pero al final es la que más rápido "fructifica".

Otro caso es el del tratamiento codificado como S2C2, el cual tiene una etapa de arrugamiento mayor que el tratamiento S2C3; sin embargo produce cuerpos fructíferos mas pronto que S2C3.

Esta figura también nos permite visualizar la duración de cada tratamiento para dar cosecha. Así como nos da los valores de la producción obtenida en gramos de cada tratamiento, para comparar y definir los más precoces y con mejor productividad.

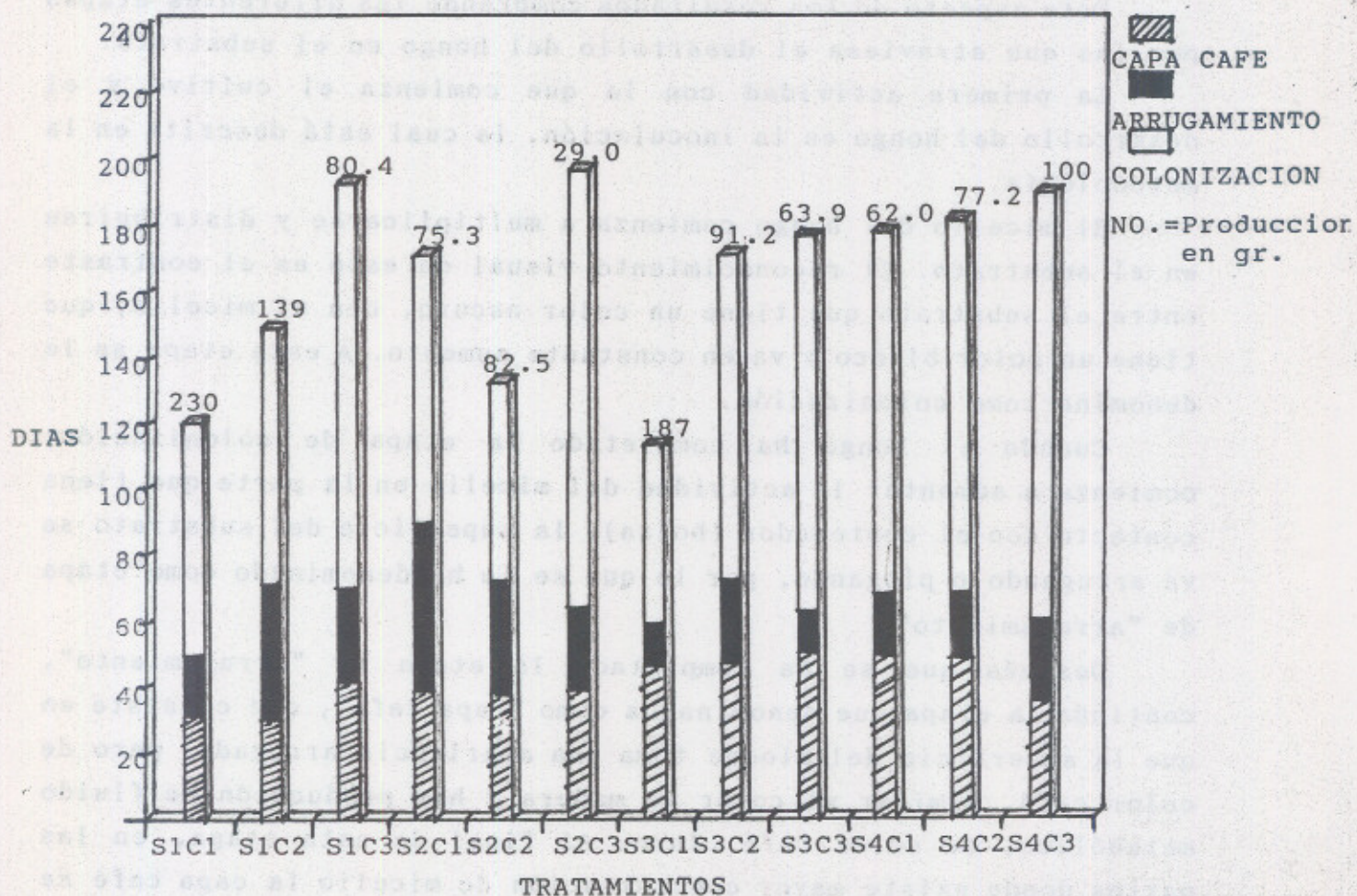


FIGURA 2. Apariencia superficial de bloques de acuerdo a los días transcurridos desde la inoculación para cada tratamiento. Finca Vista Bella, Tecpán Guatemala, año 1,993.

Fuente: el autor.

7.3. Indicadores económicos

7.3.1. Costo de producción

A continuación se presenta el costo de producción para 16 bloques de substrato:

CUADRO 14 Costo de producción del cultivo hongo Shiitake en aserrín.

DATOS: No. de bloques: 16
 Area Aproximada: 0,125 m²
 Lugar: Finca Vista Bella, Tecpan Guatemala
 Fecha: Marzo 1993.

ARTICULO O ACTIVIDAD	CANTIDAD O JORNALES*	QUETZALES
semilla	1 libra	13.00
bolsas polietileno	16	1.28
aserrín	18 libras	1.76
afrecho	1.6 libras	0.88
grano de trigo	1.6 libras	0.88
agua	7.2 litros	0.01
algodón estéril	1.5 onzas	1.41
tubo PVC 3/4''x25cm	1	1.00
papel aluminio	6 pies cuadr.	0.72
gas propano	10 libras	8.64
alcohol	0.5 litros	3.50
depr. motosierra	55 pies	1.10
gasolina	0.5 galones	4.00
elaboración aserrín	0.257	3.31
mezcla llenado esterilización	1.6	20.59
inoculación	0.457	5.88
cosecha	0.386	4.97
mantenimiento	1.269	16.34
cosecha y empaque	2.339	30.11
transporte		25.00

Costos directos para 16 bloques= Q 144.34

Costo indirecto

Costos indirectos para 16 bloques=Q 23.20

Costo total para 16 bloques =Q 167.54

Costo por bloque (bolsa) =Q 10.47

*1 jornal = Q12.87/7 horas.

7.3.2. Ingreso Bruto (I.B.)

El ingreso bruto fue obtenido por la multiplicación del rendimiento medio y el precio del mercado en Guatemala con fecha actual:

Rendimiento = 0.51 libras de hongos frescos

Precio por libra = Q 25.00

I.B.=(0.51)(25.00)=12.75 quetzales/bloque.

7.3.3. Ganancia (G)

Viene dada por el ingreso bruto menos el costo total como sigue:

$G = 12.75 - 10.47 = 2.28/\text{bloque}$

Se obtiene una ganancia de 2.28 quetzales por bloque.

7.3.4. Rentabilidad (R)

Viene dada por:

$R = (\text{ganancia}/\text{costo total}) * 100$

para el caso del hongo Shiitake:

$R = (2.28/10.47) * 100 = 21.78\%$

Estos cálculos nos permiten determinar que la actividad económica de producción del hongo Shiitake es aceptable para mercado local, pudiendo elevarse mas si se ingresa al mercado internacional.

7.4 PORCENTAJE DE PRODUCCION (P.R.)

El porcentaje de producción, definido en el Marco Referencial, es un factor de comparación de un sistema a otro o, incluso, en nuestro caso, un factor de comparación entre los tratamientos evaluados.

El cálculo del porcentaje de producción se muestra en el cuadro 15 para cada uno de los tratamientos.

CUADRO 15. Porcentaje de Producción (P.R.) para cada Tratamiento. Ensayo realizado en Finca Vista Bella, Tecpán, Guatemala, Año 1993.

TRATAMIENTO	Kg. cosecha/ Kg. Sustrato	Be (%)	T (días)	P.R.
S1C1	0.51	51	119	0.43
S3C1	0.41	41	114	0.36
S1C2	0.31	31	148	0.21
S4C3	0.22	22	193	0.11
S3C2	0.20	20	174	0.11
S2C2	0.18	18	136	0.13
S1C3	0.18	18	192	0.10
S4C2	0.17	17	184	0.10
S2C1	0.17	17	169	0.10
S3C3	0.14	14	178	0.10
S4C1	0.14	14	176	0.10
S2C3	0.06	6	200	0.03

El cuadro 15 muestra la eficiencia biológica (BE) en porcentaje, para cada tratamiento. El aumento o disminución de BE tiene relación directa con el rendimiento obtenido, pero al calcular el PR, también interviene el tiempo de producción. El tratamiento codificado como S1C1 es el que tiene el P.R. más alto, siguiendo en valor el tratamiento S3C1.

En cuanto al valor numérico del PR se reportan en la literatura valores de PR de 0.79 (12), lo que son 1.78 veces de diferencia, por lo que es necesario hacer más investigación para aumentar el PR del cultivo del hongo Shiitake en Guatemala.

La investigación debe encaminarse a aumentar los rendimientos, trabajando en ciertas variables. El Cuadro 16 ilustra las cepas estudiadas en esta investigación y las variables que se deben estudiar, con el objeto de aumentar rendimientos.

CUADRO 16. Variables promisorias para cada cepa estudiada en ensayo efectuado en Finca Vista Bella, Tecpán, Año 1993.

Cepa	Variables Promisorias	Rendimiento	Días Cosecha	Sustrato	Diámetro carpóforo	# Cuerpos fructíferos
C5-41		○	●	○	○	●
C5-53		○	○	○	●	○
Japonesa		○	○	○	●	○

○ Es necesaria más investigación.

● No es prioritario más investigación.

8. CONCLUSIONES

- El sustrato utilizado y la cepa inoculada tuvieron influencia en el rendimiento en peso y el tiempo de cosecha, por lo que se acepta la hipótesis planteada.
- Los tratamientos de sustratos basados en madera de encino (Quercus pilicaulis Trelease) e Ilamo (Alnus Arguta [Schlecht] Spach), inoculados con la cepa CS-41 fueron los que dieron mayor rendimiento en peso en menor tiempo, produciendo, además, mayor cantidad de cuerpos fructíferos que los otros tratamientos.
- El diámetro del carpóforo se vio influenciado únicamente por la cepa inoculada, de acuerdo a esto la cepa CS-53 y la cepa japonesa fueron las que produjeron carpóforos más grandes lo cual puede considerarse, provisionalmente, como propio de la cepa.
- El porcentaje de producción (PR) mas alto, fué obtenido por el tratamiento de sustrato basado en madera de encino inoculado con la cepa CS-41.
- La actividad productiva de cultivar hongos "Shiitake", tiene rentabilidad positiva, aunque no es alta.

9. RECOMENDACIONES

- Se recomienda, en primer lugar, el uso de un substrato cuya formula se componga del 80% de aserrín de encino, 10% de salvado de trigo o de afrecho, 10% de grano de trigo, agua en una proporción de 1:1 en peso de substrato secado al aire, al cual se le inoculará la cepa CS-41 perteneciente a la casa Northwest Mycological Consultants.
- Se recomienda, en segundo lugar, el uso de un substrato basado en madera de Ilamo, con la misma formula de la recomendación anterior, e inoculado con la cepa CS-41.
- Para las condiciones ambientales existentes en Tecpán y similares, se recomienda tratar de elevar la temperatura por lo menos 6 grados centígrados más durante la etapa vegetativa, ya sea con el uso de cobertizos o invernaderos, con lo que aumentaría el Porcentaje de Producción y por ende la rentabilidad.
- Para iniciar una explotación de este tipo, se recomienda asegurarse del abastecimiento constante de madera o aserrín, y de agua limpia.
- Se recomienda realizar más investigaciones sobre este hongo, principalmente en lo que se refiere a substratos basados en madera de otras zonas de vida, bajo condiciones ambientales diferentes o controladas, así como diferentes niveles de suplementación del substrato con el objeto de aumentar el Porcentaje de Producción.

10. BIBLIOGRAFIA

1. AGRIOS, G.N. 1,989. Fitopatología. México, D.F. Limusa. 530 p.
2. ALDANA CERNA, F.D. 1989. Diagnostico general de la aldea Vista Bella, municipio de Tecpán Guatemala. EPSA-Investigación Inferencial. Guatemala, Universidad de San Carlos de Guatemala, Facultad de Agronomía. 42 p.
3. BECKER, G. 1,989. El gran libro de las setas. Madrid, Espana, Susaeta. 319 p.
4. CRUZ, J.R. DE LA. 1982. Clasificación de zonas de vida de Guatemala a nivel de reconocimiento. Guatemala, Instituto Nacional Forestal. 42 p.
5. DONAHUE, R.L.; MILLER, R.W.; SHICKLUNA, J.C. 1981. Introducción a los suelos y al crecimiento de las plantas. Trad. Jorge Peña. Cali, Colombia, Prentice Hall International. 624 p.
6. FERRAN LAMICH, S. 1969. Como cultivar el champiñon, la trufa y otros hongos. Barcelona, España, Aedos. 188 p.
7. GREMIAL DE EXPORTADORES DE PRODUCTOS NO TRADICIONALES. (Gua.). 1991. Champiñones Shiitake. Guatemala. 3 p.
8. GUATEMALA. INSTITUTO GEOGRAFICO NACIONAL. 1983. Diccionario geográfico de Guatemala. Guatemala. t.4 p.251.
9. MELVILLE, P.; POTTER, A. 1987. Shiitake mushroom marketing guide. EE.UU., The Southeastern Minnesota Forest Resource Center, Basic Procedures for Shiitake Production. 3 p.
10. OBIOLS, R. 1975. Mapa climatológico preliminar de la República de Guatemala; segun el sistema Thornwaite. Guatemala, Instituto Geográfico Nacional. Esc.: 1:1000000. Color.
11. PRZYBYLOWICZ, P.; DONOGHUE, J. 1990 Shiitake growers handbook. Iowa, EE.UU., Fendall/Hunt. 213 p.

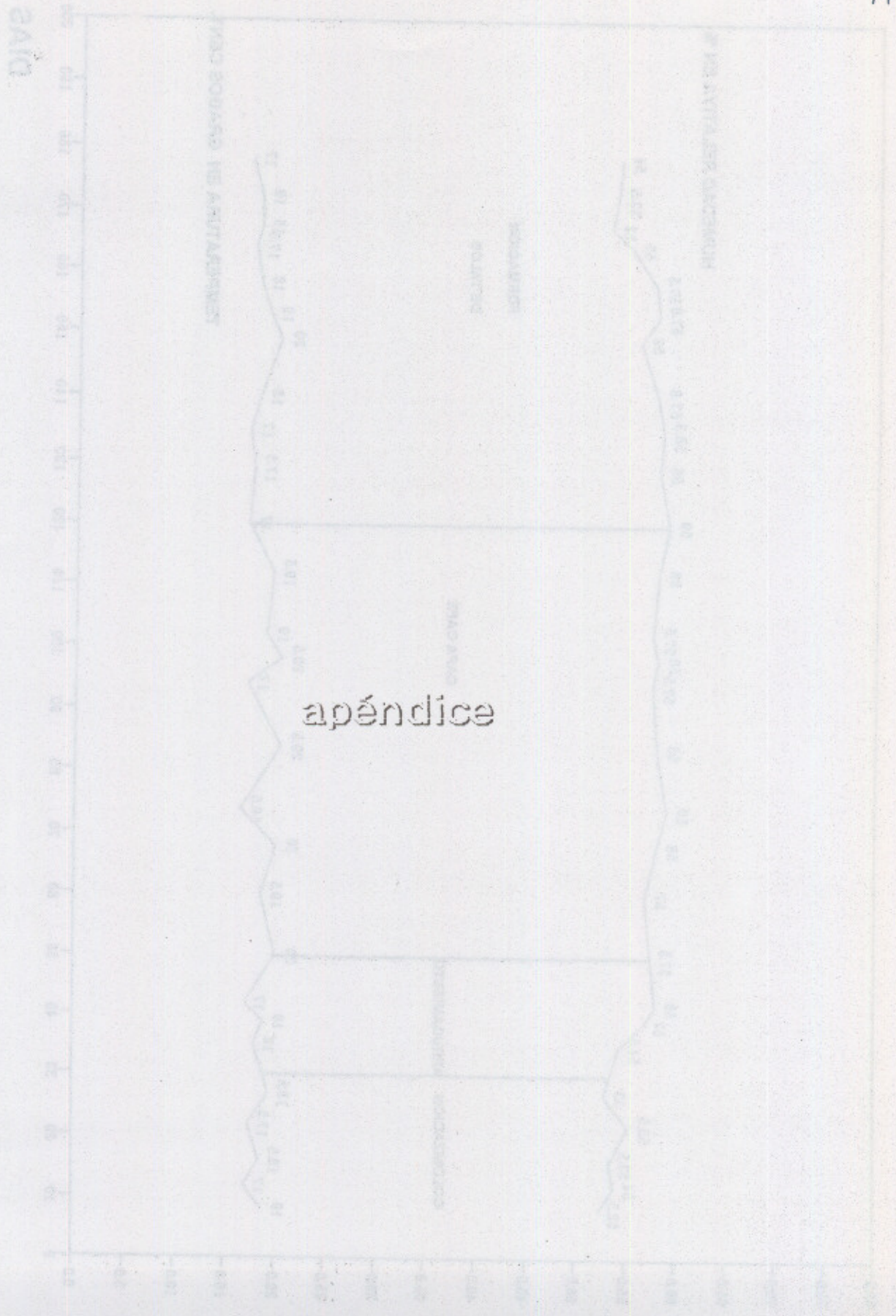
12. ROYSE, D.J. 1990. Factors influencing the production rate of Shiitake. Shiitake News (EE.UU.) 7(1):1-7.
13. SOTO VELAZCO, C. s.f. Efecto de la fermentación aerobia de la pulpa de café en el cultivo del hongo comestible Pleurotus ostreatus. Tesis Lic. en Biología. Veracruz, México, Universidad Veracruzana, Facultad de Ciencias Biológicas. 28 p.
14. STAMETS, P.; CHILTON, S. 1989. The mushroom cultivator. Washington, EE.UU., Agarikon Press. 413 p.
15. THE TRAINING CENTRE FOR THE MUSHROOM GROWING (Holanda). s.f. Introduction to the school. The Netherlands. 71 p.
16. WESTCOTT, C. 1950. Plant disease handbook. New York, EE.UU., D-van Nostrand. 746 p.

ro. Co.

Rituelle



FIGURA 3.4. TEMPERATURAS Y HUMEDADES RELATIVAS EN DIFERENTES ETAPAS DEL DESARROLLO DEL HONGO *TRICHODERMA SICC.*



apéndice

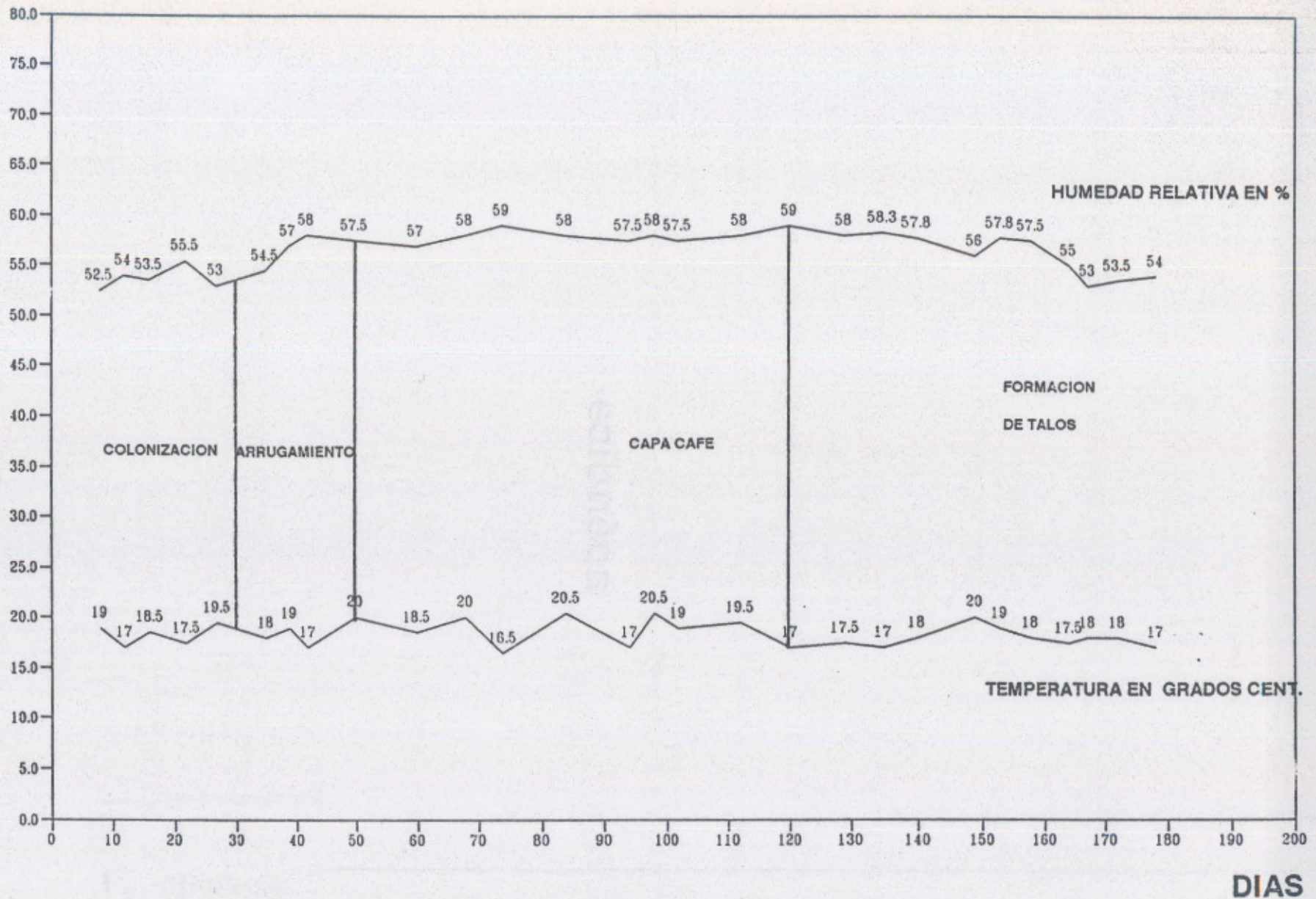


FIGURA 3"a". TEMPERATURA Y HUMEDAD RELATIVA EN DIFERENTES ETAPAS DEL DESARROLLO DEL HONGO, TRATAMIENTO S1C1.

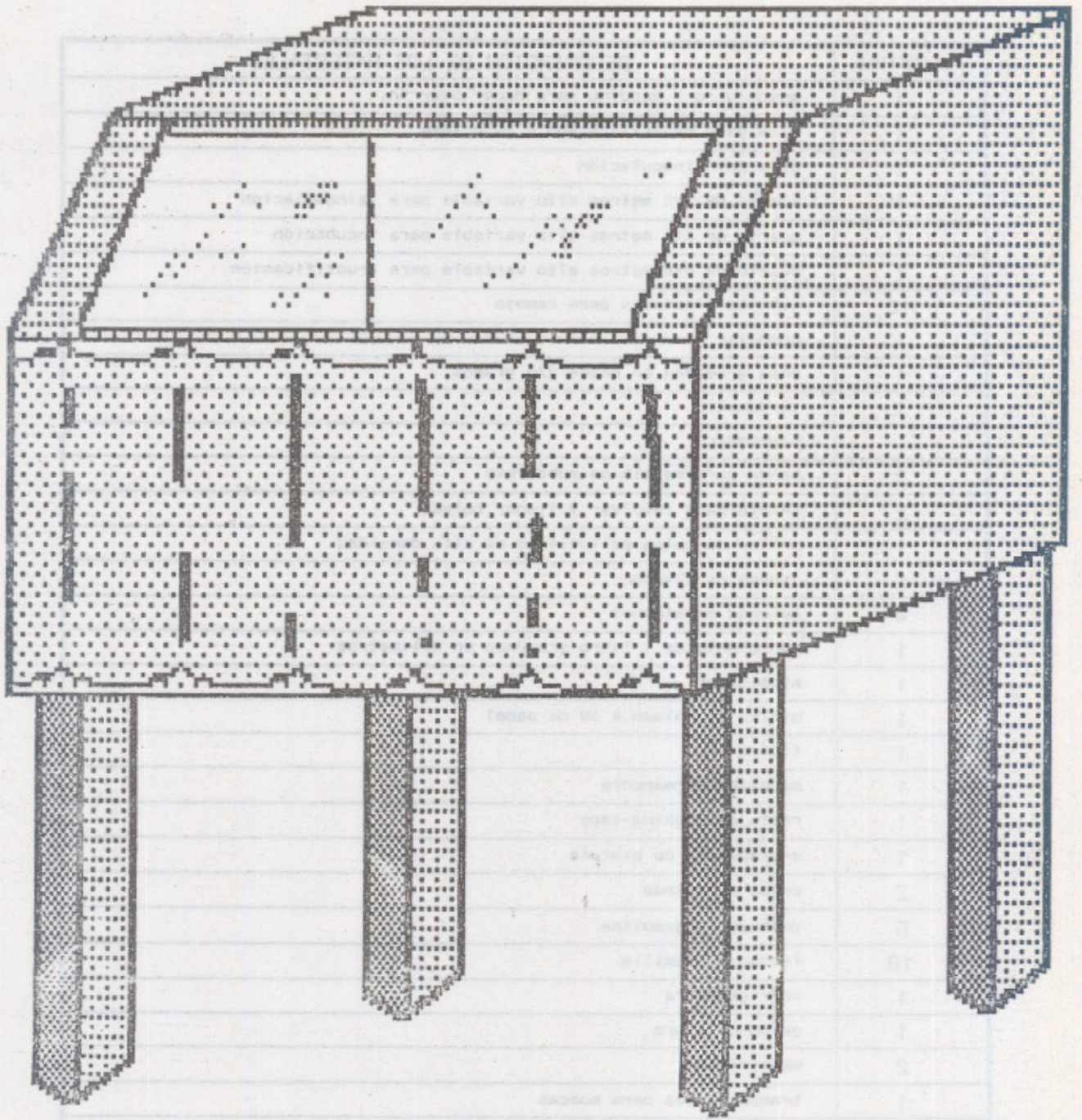


FIGURA 4 "A". Cámara de Inoculación

CUADRO

17"A"

Listado de materiales necesarios para iniciar la producción de hongo Shiitake.

CANTIDAD	DESCRIPCION DE LOS MATERIALES
1	motosierra o maquina para hacer aserrín.
1	olla para esterilización o autoclave
1	caja para inoculación
1	cuarto de 3*2 metros alto variable para lainoculación
1	cuarto de 6*6 metros alto variable para incubación
1	cuarto de 6*6 metros alto variable para fructificación
10	cubetas plásticas para remojo
1	cuchillo
1	pesa graduada en onzas y/o gramos
1	termómetro
1	higrometro
2	baños para mezcla de sustrato
2	paleta para revolver y llenar bolsas
1	millar de bolsa polietileno de alta densidad
2	libras de algodón
4	galones de alcohol
1	recipiente de 1 litro graduado en milímetros
1	atomizador
1	millar de bolsas # 20 de papel
1	tijera
1	marcador permanente
1	rollo de masking-tape
1	engrapadora de pistola
2	cajas de grapas
5	galones de gasolina
18	libras de semilla
1	refrigeradora
1	galón de cloro
2	mascarillas
1	trampa de luz para moscas
10	platos plásticos para remojo
2	pares de guantes
1	mechero de alcohol o gas
	disponibilidad de agua y madera

CUADRO

18"A" Programa estadístico utilizado y datos ingresados.

data edison;

input substrato cepa rep rend días diam numero;

cards;

```

1 1 1 240 118.25 6.94 10
1 1 2 203.12 118.5 6.39 9.75
1 1 3 245.75 119 6.085 11.5
1 1 4 231.5 122 5.968 12.75
1 2 1 145.25 152.25 8.93 4
1 2 2 152.5 152.25 7.52 5.25
1 2 3 209 147 6.03 8.5
1 2 4 51.25 140 6.595 4.5
1 3 1 90 186.67 7.66 2.75
1 3 2 44.75 202 8.18 1.25
1 3 3 88.75 206.25 8.515 2.5
1 3 4 98 172.67 7.246 3.5
2 1 1 64.25 167.75 6.346 3.25
2 1 2 64.25 173.25 5.815 4.75
2 1 3 96.75 166.25 7.36 4
2 1 4 75.95 167 6.256 3.25
2 2 1 77.5 148.5 7.75 2.25
2 2 2 82.75 147 9.895 2
2 2 3 66.75 121 8.503 3
2 2 4 103 126.25 10.41 7
2 3 1 32.5 190.25 7.7 1
2 3 2 23.75 193.5 5.735 1
2 3 3 32.5 199 8.55 1
2 3 4 27.5 215.75 4.33 2
3 1 1 177.75 111.75 5.396 10.5
3 1 2 211.25 112.75 6.203 10.25
3 1 3 177 112.5 6.03 8.5
3 1 4 181.5 117.5 7.63 6.5
3 2 1 106.25 167.25 7.32 3
3 2 2 100.75 168.25 7.06 3.75
3 2 3 84.25 173.75 8.71 4
3 2 4 73.5 186.75 7.975 2
3 3 1 83 148.5 7.445 4.5
3 3 2 41.75 194 7.57 0.75
3 3 3 76 171 11.07 1.75
3 3 4 55 198 8.55 1.5
4 1 1 52.5 177.33 4.645 7.25
4 1 2 85.5 176.75 6.075 5.25
4 1 3 49.5 171.67 5.14 5.5
4 1 4 60.75 178.33 5.64 6.25
4 2 1 103.75 190.75 8.483 3
4 2 2 82.25 185.5 6.873 7
4 2 3 44.25 182 5.875 1.25
4 2 4 78.75 177.75 9.69 2
4 3 1 150 189.5 5.61 10.25
4 3 2 47.5 205 8.68 1.75
4 3 3 70 195 7.148 3
4 3 4 34.5 182.25 8.33 9.5;

```

proc anova;

class substrato cepa rep;

model rend días diam numero=substrato|cepa;

means substrato|cepa/Tukey;

title 'RESULTADO ANALISIS TESIS EDISON MAIREN LEON';

RUN;

CUADRO 19 "A"

CUADRO 17 "A" Medias y desviaciones estandar de cada variable

Level of SUSTRATO	Level of CEPA	N	-----REND-----		-----DIAS-----	
			Mean	SD	Mean	SD
1	1	4	230.092500	18.9104264	119.437500	1.7365555
1	2	4	139.500000	65.3716937	147.875000	5.8040934
1	3	4	80.375000	24.1009163	191.897500	15.3305607
2	1	4	75.300000	15.3267740	168.562500	3.1844348
2	2	4	82.500000	15.2027958	135.687500	14.1058129

RESULTADO ANALISIS TESIS EDISON MAIREN LEON 26
16:55 Tuesday, January 25, 1994

Analysis of Variance Procedure

Level of SUSTRATO	Level of CEPA	N	-----REND-----		-----DIAS-----	
			Mean	SD	Mean	SD
2	3	4	29.062500	4.2542871	199.625000	11.3403777
3	1	4	186.875000	16.3687965	113.625000	2.6180463
3	2	4	91.187500	15.0476673	174.000000	8.9675340
3	3	4	63.937500	18.9828596	177.875000	22.9142423
4	1	4	62.062500	16.3329613	176.020000	2.9725186
4	2	4	77.250000	24.6204522	184.000000	5.5037866
4	3	4	100.500000	49.4823201	192.937500	9.5881329

Level of SUSTRATO	Level of CEPA	N	-----DIAM-----		-----NUMERO-----	
			Mean	SD	Mean	SD
1	1	4	6.34575000	0.43427209	11.0000000	1.39940464
1	2	4	7.26875000	1.26640156	5.5625000	2.02458844

RESULTADO ANALISIS TESIS EDISON MAIREN LEON 27
16:55 Tuesday, January 25, 1994

Analysis of Variance Procedure

Level of SUSTRATO	Level of CEPA	N	-----DIAM-----		-----NUMERO-----	
			Mean	SD	Mean	SD
1	3	4	7.90025000	0.56033941	2.5000000	0.93541435
2	1	4	6.44425000	0.65310661	3.8125000	0.71807033
2	2	4	9.13950000	1.22757118	3.5625000	2.33072771
2	3	4	6.57875000	1.90716358	1.2500000	0.50000000
3	1	4	6.31475000	0.94296602	8.9375000	1.85264451
3	2	4	7.76625000	0.73760169	3.1875000	0.89849411
3	3	4	8.65875000	1.68171725	2.1250000	1.63935963
4	1	4	5.37500000	0.61869486	6.0625000	0.89849411
4	2	4	7.73025000	1.69155577	3.3125000	2.56072093
4	3	4	7.44200000	1.38610341	6.1250000	4.37083135

Guatemala,
January 23 1,992

Northwest Mycological
Consultants, Inc.
NMC, Dept. S., 702 NW
4th st.
Corvallis, OR 97330

Dear sir:

Right now in Guatemala there is a group of investigators from the San Carlos University working on mushroom productivity, specially with Shiitake.

We know that your corporation produce diferent kind of strains from spawn, from this tipe of mushroom, so we will like to know if as soon as possible you can send us the spawn, prices and specifications mailing.

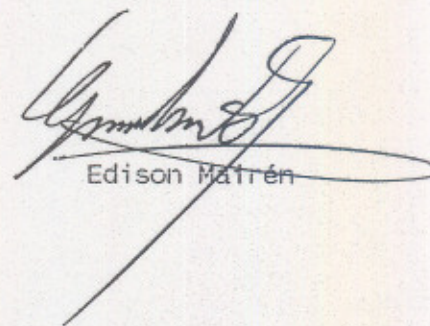
The strains in which we have interest are:

- CS-41
- CS-53

Also we will like to obtain the catalog. Enclosed you will find U\$5.00 for the catalog and mailing cost.

Wishing you success in your activities an hoping to hear from you very soon, we remain

Sincerely



Edison Mairén

Any information please send it to:
Edison A. Mairén
22 Av. "A" 5-40 zona 11
Villas de Miraflores
Guatemala, Ciudad.



LA TESIS TITULADA: "ESTUDIO DEL EFECTO, EN EL RENDIMIENTO, DE 4 DIFERENTES
 SUSTRATOS SOBRE 3 CEPAS COMERCIALES DE HONGO COMESTIBLE
 "SHIITAKE" (Lentinula edodes (Berck) Pleger) BAJO CONDI-
 CIONES AMBIENTALES NATURALES EN EL MUNICIPIO DE TECPAN,
 CHIMALTENANGO".

DESARROLLADA POR EL ESTUDIANTE: EDISON ARNULFO MAIREN LEON

CARNET No: 84-10052

HA SIDO EVALUADA POR LOS PROFESIONALES: Ing. Agr. William Escobar
 Ing. Agr. Edil Rodríguez

Los Asesores y las Autoridades de la Facultad de Agronomía, hacen constar que ha cum-
 plido con las normas universitarias y reglamentos de la Facultad de Agronomía de la
 Universidad de San Carlos de Guatemala.

Ing. Agr. Carlos Fernández
 ASESOR

P. Agr. Ernesto Carrillo
 ASESOR

Ing. Agr. Rolando Lara Alecio
 DIRECTOR DEL IIA.



I M P R I M A S E

Ing. Agr. Efraín Medina Guerra
 DECANO



c.c. Control Académico
 Archivo
 /prr.

APARTADO POSTAL 1545 • 01901 GUATEMALA, C. A.
 TELEFONO: 769794 • FAX (5022) 769675



LA TERCERA PARTE: "SERVICIO DEL ESPERO, EN EL RECONOCIMIENTO DE 4 DIVERSAS
SERVICIOS SOBRE 3 OTRAS COMERCIALES DE TIPO COMERCIAL
"SERVICIO" (actividad de tipo) (bank) (bank) (bank) (bank) (bank)
CICLOS AGRI-COLAS NACIONALES EN EL RECONOCIMIENTO DE TIPO,
CHIMALTANANG."

RECONOCIMIENTO POR EL SERVICIO: SERVICIO SERVICIO SERVICIO SERVICIO

CARTE No. 04-1003

RA SERVICIO POR LAS INVESTIGACIONES: Ing. Agr. William Becker
Ing. Agr. Bill Roberts

Los recursos y las autoridades de la Facultad de Agronomía, hacen constar que ha con-
pido con las normas universitarias y reglamentos de la Facultad de Agronomía de la
Universidad de San Carlos de Guatemala.

Ing. Agr. Roberto Lora Alarcón
DIRECCIÓN DE INVESTIGACIONES AGRICOLAS

Ing. Agr. Roberto Lora Alarcón
DIRECCIÓN DE INVESTIGACIONES AGRICOLAS



Ing. Agr. Roberto Lora Alarcón
DIRECCIÓN DE INVESTIGACIONES AGRICOLAS



Ing. Agr. Roberto Lora Alarcón
DIRECCIÓN DE INVESTIGACIONES AGRICOLAS