



UNIVERSIDAD ESTATAL DE BOLÍVAR

FACULTAD DE CIENCIAS AGROPECUARIAS RECURSOS NATURALES Y DEL
AMBIENTE

ESCUELA DE INGENIERÍA AGROINDUSTRIAL

TEMA:

“DETERMINACIÓN DE LOS PARÁMETROS ÓPTIMOS PARA LA PRODUCCIÓN Y
EMBALAJE DE HONGOS COMESTIBLES *Pleurotus ostreatus*. EN EL CANTÓN
SALCEDO, PROVINCIA DE COTOPAXI”

TESIS DE GRADO PREVIO A LA OBTENCIÓN DEL TÍTULO DE INGENIERA
AGROINDUSTRIAL OTORGADO POR LA UNIVERSIDAD ESTATAL DE BOLÍVAR
A TRAVÉS DE LA FACULTAD DE CIENCIAS AGROPECUARIAS, RECURSOS
NATURALES Y DEL AMBIENTE, ESCUELA DE INGENIERÍA AGROINDUSTRIAL

AUTOR:

PAULINA BARRIGA

DIRECTOR

ING. BERNARDA RUILOVA

GUARANDA - ECUADOR

2010

“DETERMINACIÓN DE LOS PARÁMETROS ÓPTIMOS PARA LA PRODUCCIÓN Y
EMBALAJE DE HONGOS COMESTIBLES *Pleurotus ostreatus*. EN EL CANTÓN
SALCEDO, PROVINCIA DE COTOPAXI”

REVISADO POR:

Ing. María Ruilova
DIRECTORA DE TESIS

Dra. Oderay Merino
BIOMETRISTA

APROBADO POR:

Dra. Herminia Sanaguano
ÁREA DE REDACCIÓN TÉCNICA

Ing. Patricia Iza
ÁREA TÉCNICA

DEDICATORIA

El fruto del esfuerzo, sacrificio y constancia es el reflejo de este trabajo, el cual dedico a quienes hicieron posible su realización especialmente al cuerpo docente de esta prestigiosa Universidad, este fruto debe dar otros frutos por lo tanto también dedico a los alumnos de la Escuela de Ingeniería Agroindustrial

AGRADECIMIENTO

A todos lo obstáculos que se cruzaron en el trayecto de mi carrera y que gracias a la voluntad divina fortalecieron mi carácter y voluntad para superar a cada uno de ellos y alcanzar una de las metas en mi vida.

ÍNDICE

CAPITULO I	1
1.1 Introducción	1
CAPITULO II	3
REVISIÓN BIBLIOGRÁFICA	3
2.1 Origen	3
2.2 Definición de los hongos	4
2.3.1 Formas de vida de los hongos	4
2.3.2 Hongos de vida saprofita	4
2.3.3 Hongos de vida parásita	4
2.3.4 Hongos de vida simbiote	4
2.3.5 Clasificación actual del reino de los hongos	5
2.4 Partes de las setas	6
2.4.1 El sombrero	6
2.4.2 El himenio	7
2.4.3 El pie	7
2.4.4 Las esporas	8
2.5 Ciclo de vida	8
2.7 HONGOS <i>Pleurotus</i>	12
2.7.1 Descripción de <i>Pleurotus ostreatus</i>	12
2.8 Taxonomía y morfología del <i>Pleurotus ostreatus</i>	12
2.9 Principales variedades del hongo <i>Pleurotus</i>	13
2.10 Partes del hongo <i>Pleurotus ostreatus</i>	13
2.11 Propiedades nutricionales <i>Pleurotus ostreatus</i>	14
2.11.1 Lípidos	15
2.11.2 Carbohidrato	15

2.11.3	Proteínas	15
2.11.4	Vitaminas	15
2.11.5	Minerales	16
2.12	Propiedades medicinales del <i>Pleurotus</i>	16
2.12.1	Efectos antitumorales	16
2.12.2	Efectos antivirales	17
2.12.3	Efecto antiinflamatorio	17
2.12.4	Control del colesterol	17
2.12.5	Efecto antihipertensión	17
2.12.6	Efecto antioxidante	18
2.13	Cultivo del hongo <i>Pleurotus ostreatus</i>	18
2.14	Aspectos técnicos	18
2.15	Cultivo del hongo <i>Pleurotus ostreatus</i> en fundas de polietileno	
	18	
2.15.1	Selección de sustratos	18
2.15.2	Preparación del sustrato	19
2.15.3	Siembra	19
2.15.4	Incubación	19
2.15.5	Inducción	19
2.15.6	Fructificación	19
2.15.7	Cosecha	20
2.15.8	Pos cosecha	20
2.16	Sustratos	
	21	
2.16.1	Propiedades físicas	21
2.16.2	Propiedades químicas	21
2.16.3	Otras propiedades	21
2.17	Sustratos ideales para el cultivo del hongo <i>Pleurotus ostreatus</i>	
	22	
2.17.1	Paja de cebada	22
2.17.2	Rastrojo de maíz	23

2.17.3 Desecho de frejol	24
2.18 Cultivo del hongo <i>Pleurotus ostreatus</i> en troncos	24
2.19 Plagas	25
2.19.1 Colémbolos	26
2.19.2 Dípteros	26
2.20 Enfermedades	27
2.20.1 Telaraña (<i>Dactylium dandroides</i>)	27
2.20.2 Hongos verdes	27
2.21 Control fitosanitario de plagas y enfermedades	28
2.22 Producción de los hongos	28
2.23 Procesamiento y consumo	30
2.24 Sistemas de embalaje para productos frescos	31
2.24.1 Envasado unitario	31
2.24.2 Espuma de Polietileno EPS	31
2.24.3 Film estirable para alimentación	31
2.25 Envasadoras de vacío	32
2.25.1 Los beneficios del empaque al vacío	32
2.25.2 Envasadoras de vacío o campana	33
CAPITULO III	34
MATERIALES Y MÉTODOS	34
3.1 Ubicación del experimento	34
3.1.1 Situación geográfica y climática	35
3.1.2 Zona de vida	35
3.2.1 Material experimental	35
3.2.2 Materiales de oficina	36
3.2.3 Materiales de campo y de laboratorio	36
3.2.4 Fuentes de información	36
3.3 Métodos	37

3.4.	Primer diseño	37
3.4.1	Factores de estudio primer diseño	37
3.4.2	Tratamientos combinados para el primer diseño	38
3.4.3	Características del experimento para el primer diseño	38
3.4.4	Tipo de diseño experimental	39
3.4.5	Análisis estadístico para el primer diseño	39
3.4.6	Tipo de análisis para el primer diseño	40
3.4.7	Mediciones experimentales para el primer diseño	40
3.4.8	Procedimiento experimental	41
3.4.8.1	Descripción del experimento	41
	a. Metodología para el cultivo de hongos <i>Pleurotus ostreatus</i> bajo la influencia de dos temperaturas y siete sustratos	41
3.4.10	Diagrama de la producción del hongo comestible <i>Pleurotus ostreatus</i> .	44
	b. Análisis de laboratorio	45
3.5	Segundo diseño para los tipos de embalaje	46
3.5.1	Métodos	46
3.5.2	Factores en estudio para los tipos de embalaje	46
3.5.3	Tratamientos	47
3.5.4	Características del experimento para el segundo diseño	47
3.5.5	Tipo de diseño experimental	47
3.5.6	Análisis estadístico para el segundo diseño	47
3.5.7	Tipo de análisis	48
3.5.8	VARIABLES A EVALUARSE	48
3.5.9	Metodología de embalaje	49
3.5.10	Diagrama del embalaje de los hongos	50
	CAPITULO IV	51
	RESULTADOS EXPERIMENTALES Y DISCUSIONES	51
4.1	Primer diseño experimental	51
4.1.1	Peso del hongo en fresco	51
4.1.2	Diámetro de los cuerpos fructíferos.	56

4.1.3	Número de carpóforos durante la cosechas.	61
4.1.4	Eficiencia biológica.	64
4.1.5	Evaluación económica	68
4.1.6	Resultados del laboratorio	70
4.1.6.1	Resultados de los análisis químicos y físicos de los sustratos	70
4.1.6.2	Resultados físicos, químicos y microbiológicos del hongo <i>Pleurotus ostreatus</i>	71
4.2	Segundo diseño experimental para los tipos de embalaje	72
4.2.1	Cambios de color de los hongos	72
4.2.2	Cambio de textura del hongo	73
4.2.3	Perdida de peso de los hongos	74
4.2.4	Tiempo de vida útil	76
CAPITULO V		78
CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES		78
5.1	Conclusiones	78
5.2	Recomendaciones	79
CAPITULO VI		81
6.1	Resumen	81
6.2	Summary	83
CAPITULO VII		84
7.1	Bibliografía	84

ÍNDICE DE CUADROS

Cuadro 1.	Factores de estudio para los sustratos	37
Cuadro 2.	Tratamientos para los sustratos	38
Cuadro 3.	Esquema del análisis de varianza (ADEVA) para los sustratos	39
Cuadro 4.	Factores de estudio para los embalaje	46
Cuadro 5.	Tratamientos para los tipos de embalaje	47
Cuadro 6.	Esquema del análisis de varianza (ADEVA) para los embalajes	47
Cuadro 7.	Análisis de varianza (ADEVA) para el peso en Kg. del hongo	51
Cuadro 8.	Separación de medias según Duncan al ($p > 0.01$) en el peso en Kg. del hongo para el factor A temperaturas	52
Cuadro 9.	Separación de medias según Duncan al ($p > 0.01$) en el peso en Kg del hongo para el factor B sustratos	53
Cuadro 10.	Separación de medias interacciones A x B en el peso en Kg del hongo	55
Cuadro 11.	Análisis de varianza (ADEVA) para el diámetro de los cuerpos fructíferos	57
Cuadro 12.	Separación de medias según Duncan al ($p > 0.01$) para el factor A temperaturas para el diámetro de los hongos	57
Cuadro 13.	Separación de medias según Duncan al ($p > 0.01$) para el factor B sustratos en el diámetro de los hongos	59

Cuadro 14.	Separación de media interacción A x B en el diámetro de los hongos	60
Cuadro 15.	Análisis de variancia (ADEVA) en los números de carpóforos durante la cosechas	61
Cuadro 16.	Separación de medias según Duncan al ($p > 0.01$) para el factor A temperaturas en los números de carpóforos	62
Cuadro 17.	Separación de medias según Duncan al ($p > 0.01$) para el factor B sustratos en los números de carpóforos	63
Cuadro 18.	Análisis de varianza (ADEVA) para la eficiencia biológica	64
Cuadro 19.	Separación de medias según duncan al ($p > 0.01$) para Factor A temperaturas para la eficiencia biológica	65
Cuadro 20.	Separación de medias según Duncan al ($p > 0.01$) para el factor B sustratos en la eficiencia biológica	66
Cuadro 21.	Separación de media interacción A x B en la eficiencia biológica	67
Cuadro 22.	Análisis costo/beneficio de los cuatro mejores tratamiento	68
Cuadro 23.	Análisis de varianza (ADEVA) para el cambio de color de los hongos	72
Cuadro 24.	Análisis de varianza (ADEVA) para el cambio de textura del hongo	73
Cuadro 25.	Análisis de varianza (ADEVA) para la pérdida de peso de los hongos	74
Cuadro 26.	Análisis de varianza (ADEVA) para el tiempo de vida útil	76

ÍNDICE DE TABLAS

Tabla 1.	Datos sobre hongos y setas	5
Tabla 2.	Valor nutricional del hongo <i>Pleurotus ostreatus</i> mg/100 g peso seco.	16
Tabla 3.	Sustrato ideal para el cultivo del hongo <i>Pleurotus ostreatus</i>	22
Tabla 4.	Composición de la paja de cebada por 100g	23
Tabla 5.	Porcentaje de proteína bruta y digestibilidad del maíz	23
Tabla 6.	Composición del rastrojo de forraje	24
Tabla 7.	Parámetros climatológicos	34
Tabla 8.	Resultado de los análisis químicos y físicos de los sustratos	70
Tabla 9.	Análisis químicos físicos y microbiológicos del hongo <i>Pleurotus ostreatus</i>	71

ÍNDICE DE FIGURAS

Figura 1.	Partes de la seta	6
Figura 2.	Tipos de sombreros.	7
Figura 3.	Tipos de himenio	7
Figura 4.	Tipos de pie	8
Figura 5.	Diferentes formas de esporas	8
Figura 6.	Ciclo vital de una seta saprofita	10
Figura 7.	Descripción del cultivo de hongos saprofita	11
Figura 8.	<i>Pleurotus Ostreatus</i>	12
Figura 9.	Partes del <i>Pleurotus ostreatus</i> .	13
Figura 10.	Sombrero del <i>Pleurotus ostreatus</i>	14
Figura 11.	Espora del <i>Pleurotus ostreatus</i>	14
Figura 12.	Producción del <i>Pleurotus ostreatus</i> en fundas	20
Figura 13.	Pacas de cebada	23
Figura 14.	Troncos incubados con <i>Pleurotus ostreatus</i>	25
Figura 15.	Producción silvestre en tronco del <i>Pleurotus ostreatus</i>	25
Figura 16.	<i>Hypogastrura armata</i>	26
Figura 17.	Adulto y larvas de un Cecidómido	26
Figura 18.	Telaraña	27
Figura 19.	Hongos verdes contaminantes	28

Figura 20.	Peso fresco en Kg., del hongo <i>Pleurotus ostreatus</i> con dos temperaturas diferentes.	52
Figura 21.	Peso fresco en Kg., del hongo <i>Pleurotus ostreatus</i> cultivados en siete sustratos diferentes.	54
Figura 22.	Peso fresco en Kg. del hongo <i>Pleurotus ostreatus</i> vs. dos temperaturas y siete sustratos.	56
Figura 23.	Diámetro del cuerpo fructífero de los hongos	56
Figura 24.	Diámetro del hongo <i>Pleurotus ostreatus</i> con dos temperaturas diferentes.	58
Figura 25.	.Diámetro del hongo <i>Pleurotus ostreatus</i> con siete sustratos	59
Figura 26.	Diámetro en centímetros del hongo <i>Pleurotus ostreatus</i> vs. dos temperaturas y siete sustratos.	61
Figura 27.	Número de carpóforos <i>Pleurotus ostreatus</i> con dos temperaturas diferentes.	62
Figura 28.	Número de carpóforos del hongo <i>Pleurotus ostreatus</i> con siete sustratos utilizados.	63
Figura 29.	Número de carpóforos del hongo <i>Pleurotus ostreatus</i> vs. dos temperaturas y siete sustratos.	63
Figura 30.	Eficiencia biológica del <i>Pleurotus ostreatus</i> con dos temperaturas diferentes.	65
Figura 31.	Eficiencia biológica del hongo <i>Pleurotus ostreatus</i> con siete sustratos diferentes.	66
Figura 32.	Eficiencia biológica de los hongos <i>Pleurotus ostreatus</i> versus dos temperaturas y siete sustratos	68
Figura 33.	Beneficio costo de los 4 mejores tratamientos del cultivo de hongos <i>Pleurotus ostreatus</i>	69
Figura 34.	Efecto de dos sistemas de embalaje sobre el cambio de color del hongo <i>Pleurotus ostreatus</i>	72
Figura 35.	Efecto de dos sistemas de embalaje sobre el cambio de textura del hongo <i>Pleurotus ostreatus</i>	74

Figura 36.	Efecto de dos sistemas de embalaje sobre la perdida de peso del hongo <i>Pleurotus ostreatus</i>	75
Figura 37.	Efecto de dos sistemas de embalaje sobre el tiempo de vida útil del hongo <i>Pleurotus ostreatus</i>	76

ÍNDICE DE ANEXOS

ANEXO 1.-	Croquis de la provincia de Cotopaxi
ANEXO 2.-	(ADEVA) para los pesos frescos de los hongo <i>Pleurotus ostreatus</i> .
ANEXO 3.-	(ADEVA) para los diámetros de los cuerpos fructíferos de los hongo <i>Pleurotus ostreatus</i>
ANEXO 4.-	(ADEVA) para los números de carpóforos durante la cosecha de los hongos <i>Pleurotus ostreatus</i>
ANEXO 5.-	(ADEVA) para las eficiencia biológica de los hongo <i>Pleurotus ostreatus</i>
ANEXO 6.-	(ADEVA) cambios de color de los hongo <i>Pleurotus ostreatus</i> bajo el efecto de dos tipos de embalaje
ANEXO 7.-	(ADEVA) para los cambios de textura de los hongo <i>Pleurotus ostreatus</i> en dos diferentes tipos de embalaje
ANEXO 8.-	(ADEVA) para la perdida de peso de los hongo <i>Pleurotus ostreatus</i> en dos diferentes tipos de embalaje
ANEXO 9.-	(ADEVA) para el tiempo de vida útil de los hongo <i>Pleurotus ostreatus</i> en dos diferentes tipos de embalaje

ANEXO 10.- Glosario

ANEXO 11.- Costos del proyecto

ANEXO 12.- Norma del CODEX para los hongos frescos cantarelos (norma regional europea) CODEX STAN 40-1981

ANEXO 13.- Análisis de laboratorio en la materia prima sustratos

ANEXO 14.- Análisis de laboratorio en el hongo fresco

ANEXO 15.- Fotografías

ANEXO 16.- Manual de la producción y embalaje de los hongos comestibles *Pleurotus ostreatus*

CAPITULO I

1.1 INTRODUCCIÓN

En los últimos años Ecuador ha sufrido un crecimiento poblacional del 4.11%, la actual crisis política, económica y social ha dado como resultado un incremento del desempleo registrando una tasa del 9,1% en el primer trimestre del 2010; mientras que las cifras de subempleo se ubican en un 51,9%. Esto según datos del Instituto Nacional de Estadísticas y Censos (INEC).

Cotopaxi tiene una población rural del 66.7% de los cuales el 28% son indígenas con una alta incidencia de pobreza del 88.1% y desnutrición infantil crónica del 60.6%, según información difundida por el Instituto Nacional de Estadística y Censos (INEC). Viven principalmente de la ganadería y agricultura, como paja, cebada, trigo en los páramos, maíz, frejol, papas y legumbres en las tierras templadas mientras que en las zonas cálidas se produce caña, café, entre otros productos tropicales.

Los residuos de las cosechas en su mayoría son utilizados en la alimentación animal como forraje, y estos pueden ser aprovechados como sustratos para la producción de hongos comestibles, debido a su fácil manejo y la habilidad de crecer sobre estos residuos agrícolas dando valor agregado, aportando ventajas económicas y sociales, ya que representa una fuente de empleo aun no explotada.

El consumo de hongos comestibles se constituye en una excelente alternativa alimenticia por su incomparable gusto y aroma, alto contenido de proteínas, así como la presencia de vitaminas y minerales con efectos anti cancerígenos, estimulantes de la función hepática, inmunomoduladores y anticolesterol.

Ovinamente los hongos continúan respirando, después de la cosecha la tasa de respiración de los hongos *Pleurotus ostreatus* es tres veces mayor que la mayoría de frutas; la respiración produce cambios en la textura, se altera a medida que pierde su firmeza y su carne se oscurece, por lo tanto tiene una vida de anaquel muy corta; por

lo que se concibió importante buscar un tipo de embalaje adecuado que disminuya los procesos fisiológicos alterantes de tal manera que mejore su conservación.

En el presente trabajo de investigación se planteó el aprovechamiento de estos desechos para el cultivo de hongos comestibles *Pleurotus ostreatus* y se evaluaron siete diferentes sustratos: paja de cebada, hoja de maíz, cáscara del frejol, y las mezclas de paja de cebada + hoja de maíz, paja de cebada + cáscara del frejol, hoja de maíz + cáscara del frejol y paja de cebada + hoja de maíz + cáscara del frejol. También se planteó la utilización dos sistemas de embalaje: barquetas de polietileno con film estirable y la utilización de fundas de polietileno selladas al vacío, ambas en presentación de 150 gramos.

Para la realización de este trabajo se plantearon los siguientes objetivos

- Determinar los parámetros óptimos para la producción y embalaje de hongos comestibles *Pleurotus ostreatus*.
- Determinar el sustrato óptimo para obtener el mayor rendimiento en la producción de hongos comestibles *Pleurotus ostreatus*.
- Determinar la temperatura óptima para el crecimiento del hongo comestible *Pleurotus ostreatus*.
- Establecer el mejor tipo de embalaje para la conservación y comercialización de los hongos *Pleurotus ostreatus*.
- Elaborar un manual de la producción y embalaje de los hongos comestibles *Pleurotus ostreatus*.
- Capacitar a organizaciones campesinas, de la parroquia Cochapamba del cantón Saquisilí provincia del Cotopaxi transfiriendo la tecnología apropiada para el cultivo y manejo de hongos comestibles *Pleurotus ostreatus*.

CAPITULO II

REVISIÓN BIBLIOGRÁFICA

2.1 ORIGEN

Las setas u hongos existían en épocas muy remotas. Se han encontrados huellas en fragmentos de madera que datan de una época anterior a la aparición del hombre. Además, se han identificado signos claros de laminas en capas terciarias, confirmando que, los hongos existen en la tierra hace siglos. (Dúdka A. et, al. 2000).

Alrededor de los años 400 - 470 AC los mencionaban por sus propiedades medicinales. Los griegos, durante su imperio, eran grandes consumidores, los llamaban alimento de los dioses pues le atribuían la propiedad de prolongar la vida. Los egipcios también se referían a ellos como plantas de la inmortalidad; en los tiempos de los emperadores romanos, la comercialización de las setas comestibles se regía por leyes.

El conocimiento de los hongos, o al menos su utilización, es muy antiguo, tan antiguo como el pan y el vino, en los que están implicados fenómenos de fermentación originados por hongos, o los ritos religiosos con hongos alucinógenos de los indígenas mexicanos y guatemaltecos.

Hace unos trescientos años, en Francia se descubrió como cultivar hongos, a fines del siglo XVII, se desarrolló un método utilizando estiércol de caballo y se cultivaba allí el micelio de las setas silvestres.

Fue un francés quien escribió la primera literatura para cultivar setas, la que fue publicada en París en el año 1707. El método descrito es muy similar al usado en la actualidad, se han ido haciendo perfeccionando en el método (Fernández M 2004.).

2.2 DEFINICIÓN DE LOS HONGOS

La micología es la ciencia que estudia los hongos. El término hongo se deriva del latín “*fungus*” que significa seta y del griego “*sphongos*” que significa esponja. Se ha demostrado que los hongos son el grupo de organismos más numeroso en la tierra después de los insectos.

Se clasifican en un reino distinto al de las plantas, esta diferenciación se debe, a que poseen ~~paredes celulares~~ compuestas por ~~quitina~~, a diferencia de las plantas, que contienen ~~celulosa~~.

2.3 FORMAS DE VIDA DE LOS HONGOS

2.3.1 Hongos de vida saprofita

Son muy abundantes, viven sobre materia orgánica en descomposición y son los más fáciles de cultivar. *Los champiñones, los pleurotus, el shii-take, etc.* Pertenecen a esta clase de vida.

2.3.2 Hongos de vida parásita

Se alimentan de otros seres vivos a los cuales provocan generalmente enfermedades. En este grupo de hongos solo la especie *Armillaria mellea* puede tener cierto interés su cultivo.

2.3.3 Hongos de vida simbiote

Se nutren por asociación con otros seres vivos para obtener un aprovechamiento mutuo de sustancias nutritivas. Desde el punto de vista de su cultivo son interesantes aquellos hongos que se asocian a las plantas a través de sus raíces formando una “micorriza”. En este grupo hay especies de gran interés gastronómico y comercial como las *trufas*, los *boletus*, los *lactarius*, (Ulloa, M. 2001).

Esta dependencia y el hecho de reproducirse mediante esporas son, entre otros aspectos, lo que los separa tanto del reino vegetal como del animal. Por ello hoy en día se considera que forman un reino aparte denominado Reino Fungi. (Ulloa, M. 2001)

2.4 CLASIFICACIÓN ACTUAL DEL REINO DE LOS HONGOS

- Quitridiomycetes (división *Chytridiomycota*).
- Zigomicetes (división *Zygomycota*).
- Glomeromicetes (división *Glomeromycota*).
- Basidiomicetes (división *Basidiomycota*).
- Ascomycetes (división *Ascomycota*).

(Gaitan H. et, al. 2006)

Se ha estimado que existen 1,5 millones de especies de hongos, el número conocido de especies de hongos es de 69000 y 80000. Ver (Tabla 1) los hongos se consideran como el segundo grupo más grande de organismos en la biosfera después de los insectos, y se estiman en un rango entre 10 y 80 millones. Las especies conocidas de hongos constituyen solamente un 5 % del estimado total, todavía se desconocen la gran mayoría de hongos (Gaitan H. et, al. 2006)

Tabla 1. DATOS SOBRE HONGOS Y SETAS

Datos sobre los hongos	Cantidades
Número estimado de especies	1.5 millones
Especies descritas	69.000
Hongos	10.000
Hongos comestibles de primera clase	2.000
Hongos venenosos	1.000
Cultivados en forma experimental	100
Cultivados comercialmente	30

Letales	30
Número de especies descritas	5-8

Fuente: Gaitan H. et, al. 2006

2.5 PARTES DE LAS SETAS

Las setas más comunes son las que tienen forma de paraguas. Las utilizaremos como modelo para aprender a diferenciar sus partes, aunque algunas especies pueden carecer de uno o varios de los elementos descritos. Ver figura 1 (Hofmann A. et, al. 2003).

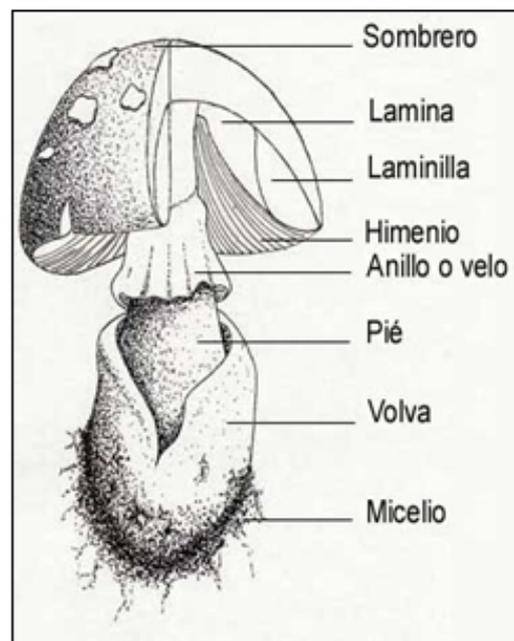


Figura 1. Partes de la seta

2.5.1 El sombrero

El sombrero de las setas puede adoptar varias formas, incluso en la misma especie puede variar a lo largo del tiempo ver figura 2. También hay que fijarse en su superficie: algunos son lisos, pero otros pueden estar cubiertos de escamas, pelillos, verrugas, puede ser brillante o mate, seco o húmedo al tacto. Los colores de los sombreros son muy variados. (Hofmann A. et, al. 2003)

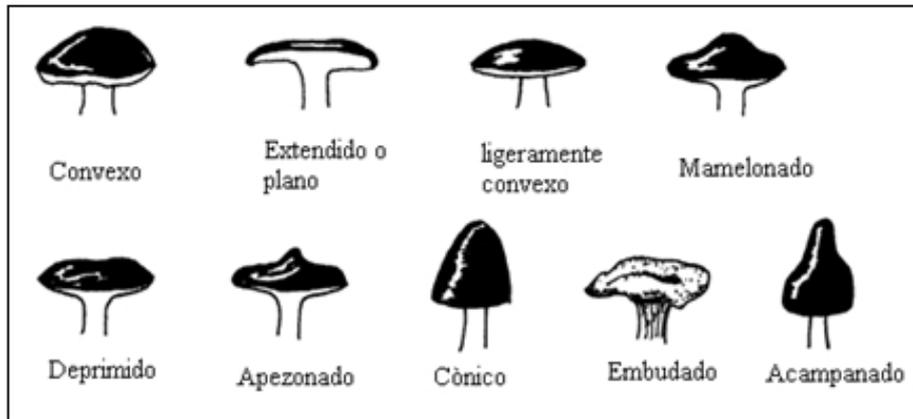


Figura 2. Tipos de sombreros.

2.5.2 El himenio

El himenio es la parte fértil de la seta que se encuentra en la zona inferior del sombrero y es donde se producen las esporas. Generalmente está formado por láminas, pero también pueden ser poros, agujones o pliegues. Durante la formación el himenio puede estar cubierto por una membrana protectora que al crecer la seta puede quedar colgando en el pie como un anillo (Hofmann A. et, al. 2003).

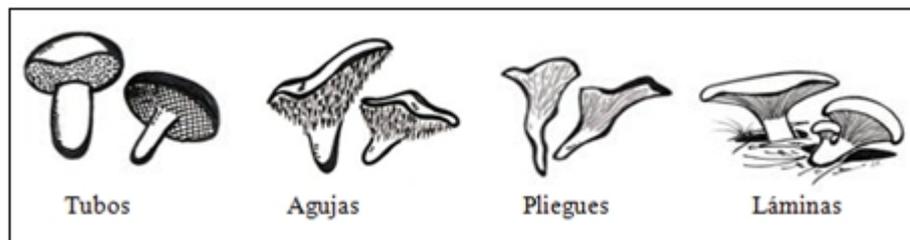


Figura 3. Tipos de himenio

2.5.3 El pie

El aspecto, color y forma del pie también es muy variable. Su superficie puede ser lisa, con escamas, con pelusa. Los fibrosos muestran al partirlos las puntas de las fibras que los forman; los granulados son más frágiles y quebradizos y no dejan fibras. Al principio puede no ser fácil ver esta diferencia, en ese caso es mejor considerar granuloso los pies que no tengan fibras. (Hofmann A. et, al. 2003).

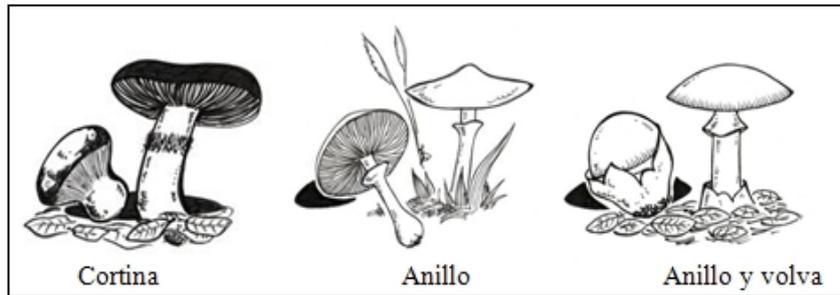


Figura 4. Tipos de pie

2.5.4 Las esporas

Algunos hongos sólo se identifican por detalles de sus esporas para lo cual es necesario usar un microscopio. Sin llegar a ese nivel el color de las esporas también es importante para la identificación. Suelen ser blancas, negruzcas, parduscas, amarillentas o rosadas. Averiguarlo es sencillo, sólo hay que quitarle el pie a una seta y dejar el sombrero sobre una hoja blanca, lejos de corrientes de aire, durante unas horas. (Hofmann A. et, al. 2003).

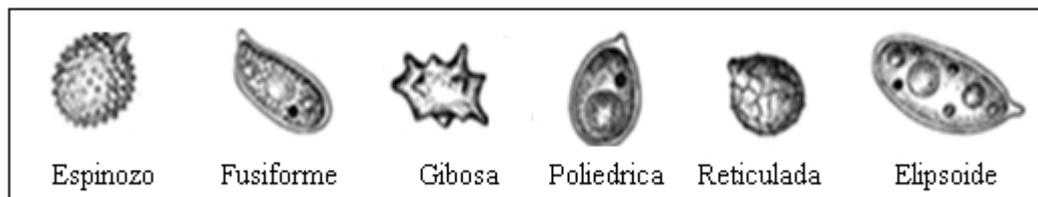


Figura 5. Diferentes formas de esporas

Las esporas son en realidad los órganos reproductores de los hongos, los cuales están formados básicamente por micelios, que son algo parecido a una inmensa maraña de redecillas (Fernández M 2004).

2.6 CICLO DE VIDA

Existe gran diferencia entre los ciclos de vida según los diferentes grupos de hongos. Los hay desde algunos sumamente complicados, hasta los más sencillos como es el caso del ciclo de vida de algunos macro hongos conocidos también como setas o

champiñones. Ver figura 6 (Mata M. 2003)

La reproducción de los hongos se realiza de forma natural mediante esporas. No hay que confundir esporas con semillas aunque su función sea semejante. En los vegetales, la información genética está depositada íntegramente en una misma semilla; en los hongos la información genética está dividida entre esporas que portan información genética positiva (+) y esporas que portan información genética negativa (-). (Soto V. et, al. 2006)

Las esporas en las setas se encuentran o bien dentro de unas células llamadas “ascas” o bien dentro de unas células llamadas “basidios”. Todas las setas producen al llegar su madurez millones de esporas.

Para entender de una forma elemental la reproducción de los hongos vamos a seguir la evolución de dos esporas “con suerte” a las que denominaremos espora positiva (+) y espora negativa (-). Una vez diseminadas estas esporas en la naturaleza, si las condiciones de humedad, temperatura y sustrato adecuado les son favorables germinan y se desarrollan a partir de ellas unos filamentos llamados “hifas”. El conjunto de estas hifas constituye el “micelio primario” de cada espora. (Soto V. et, al. 2006)

Los micelios primarios resultantes (m+) y (m-) tienen la peculiaridad de no producir aparatos reproductores (setas) y por lo tanto son estériles. Pero si por casualidad en un mismo sustrato germinan dos esporas de la misma especie y de signo contrario, sus respectivos micelios primarios se unen “sexualmente” (se fusionan los citoplasmas de las células pero no sus núcleos), formando células dicarióticas (+,-) el resultado es un “micelio secundario”. Si este micelio secundario consigue extenderse ampliamente en el sustrato y las condiciones climatológicas siguen siendo favorables, se desarrollará finalmente el aparato reproductor de la especie “seta” (Soto V. et, al. 2006).

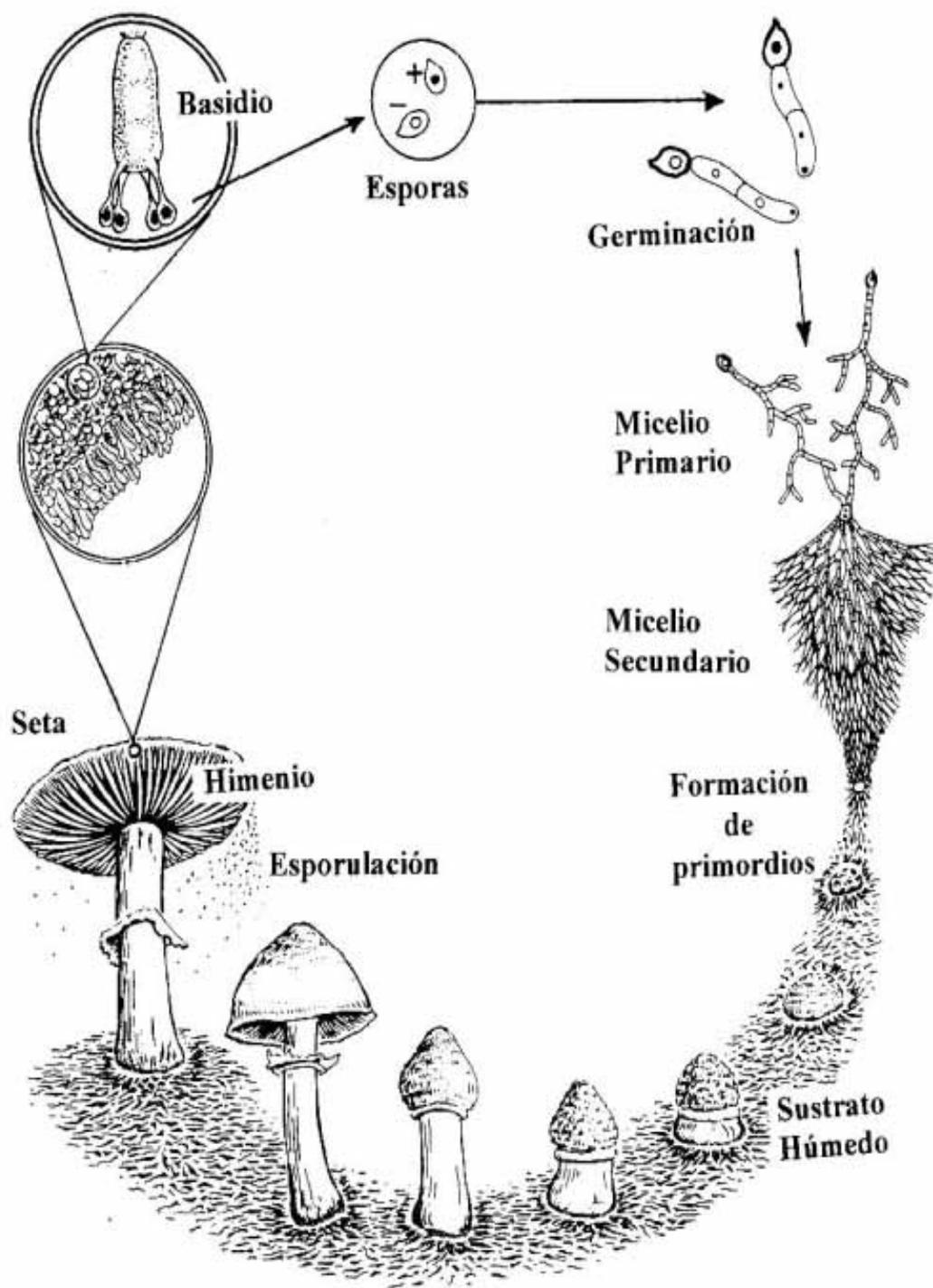


Figura 6. Ciclo vital de una seta saprofita

En el himenio de las setas se originan de nuevo los basidios (o las ascas) y en estas células se formarán de nuevo las esporas. Al llegar la seta a su madurez las esporas

caerán de los basidios o saldrán de las ascas para, potencialmente, comenzar un nuevo ciclo vital del hongo. (Soto V. et, al. 2006).

La metodología actual para el cultivo de setas saprofitas consiste esencialmente en obtener micelio secundario (productor de setas) por clonación de la especie a través de una pequeña porción de seta. El micelio así obtenido es multiplicado sobre granos de cereales y convertido en “semilla” de setas o “blanco”. (Herrera T. 2001)

Para cultivar setas no basta con tener “semilla” ya que el cultivo de estos seres no se parece en nada al cultivo tradicional de las plantas. Será necesario, en función de la especie a cultivar, observar con detenimiento una serie de condiciones o factores de crecimiento que satisfagan las necesidades de las especies objeto de cultivo (Herrera T. 2001).

Estos condicionantes son:

- Sustrato.
- Humedad.
- Iluminación.
- Temperatura.
- Ventilación.

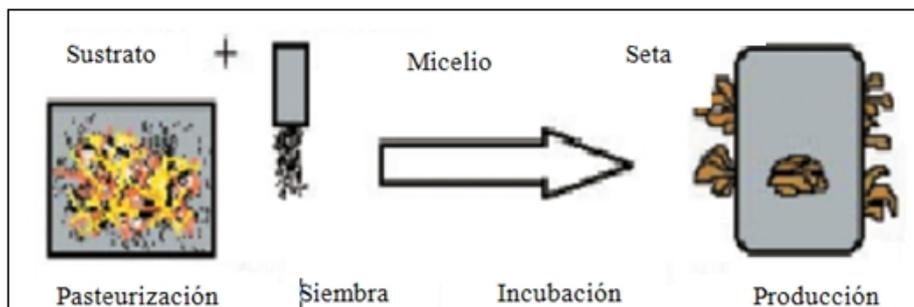


Figura 7. Descripción del cultivo de hongos saprofitas

2.7 HONGOS *Pleurotus*

2.7.1 Descripción de *Pleurotus ostreatus*

La palabra *Pleurotus* viene del griego “pleuro”, que significa formado lateralmente o en posición lateral, refiriéndose a la posición del hongo; *ostreatus* en latín quiere decir en forma de ostra y en este caso se refiere a la apariencia y al color del cuerpo fructífero, este tipo de hongo es conocido también como el hongo ostra (Mayela J. et, Al. 2005).



Figura 8. *Pleurotus ostreatus*

Nombre común o vulgar: *Pleurotus*, Gírgola, Seta común, Seta de ostra, Hongo ostra, Hongos ostras, Orejón, Seta de chopo.

Nombre científico o latino: *Pleurotus ostreatus*.

2.8 TAXONOMÍA Y MORFOLOGÍA DEL *Pleurotus ostreatus*

- Reino: Fungi
- Subreino: Fungi superior
- División: Basidiomycota
- Subdivisión: Basidiomycotina
- Clase: Himenomycetes
- Orden: Agaricales
- Familia: Tricholomataceae
- Género: *Pleurotus*

2.9 PRINCIPALES VARIEDADES DEL HONGO *Pleurotus*

El género *Pleurotus* contempla una amplia variedad de hongos comestibles que comprende cerca de 39 especies. A continuación se mencionan las más importantes

- *Pleurotus citrinoplileatus*
- *Pleurotus cornucopiae*
- *Pleurotus cystidiosus*
- *Pleurotus djamor*
- *Pleurotus eryngii*
- *Pleurotus florida*
- *Pleurotus ostreatus*
- *Pleurotus sajur-caju*

(Gaitán H. et, al. 2006)

2.10 PARTES DEL HONGO *Pleurotus ostreatus*

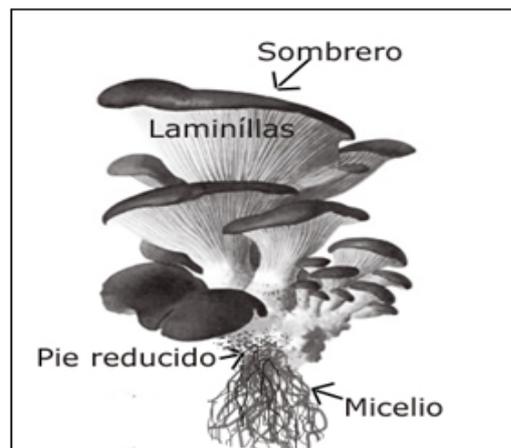


Figura 9. Partes del *Pleurotus ostreatus*.

- **Sombrero** Carnoso, convexo al principio se aplana hasta tomar la forma definitiva de concha. El color es variable, desde gris claro o gris pizarra hasta pardo, tomando una coloración más amarillenta con el tiempo, su diámetro oscila entre 5 a 10 cm, dependiendo de la edad del hongo.
- **El pie** suele ser corto, algo lateral u oblicuo, ligeramente duro, blanco, con el principio de las laminillas en la parte de arriba y con vello blanco en la base.

- **La carne** es blanca, de olor algo fuerte fúngico, tierno al principio de consistencia algo elástica y después correosa.
- **Láminas** necurrentes, de blancas a marfil.



Figura 10. Sombrero del *Pleurotus ostreatus*

- **Esporas** cilíndricas, color lila muy pálido a blanca.(Mayela J. et, al. 2005)

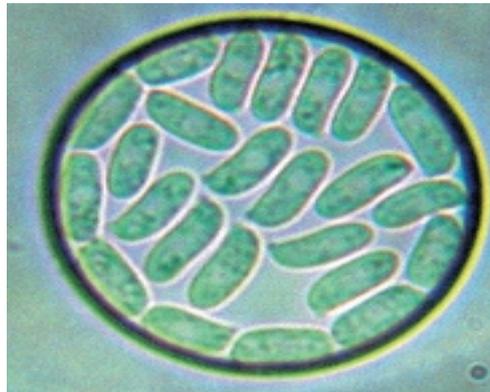


Figura 11. Espora del *Pleurotus ostreatus*

2.11 PROPIEDADES NUTRICIONALES *Pleurotus ostreatus*

Su valor nutricional es muy bueno, contienen una apreciable cantidad de carbohidratos que no son del tipo de los almidones (los que engordan), su contenido de fibra dietética, es también alto, sobretodo de quitina, un polisacárido con propiedades excepcionales en cuanto a que puede absorber fácilmente las grasas en el tracto digestivo (Guzmán G 2003).

2.11.1 Lípidos.

El *Pleurotus ostreatus* contiene del 3 al 5% de lípidos en peso seco, contiene todo tipo de lípidos, desde mono, di y triglicéridos, esteroides, ésteres y fosfolípidos (Gaitán H. 2006).

2.11.2 Carbohidrato

En particular el *Pleurotus ostreatus* tiene un contenido elevado de carbohidratos de 57% y 14% de fibra cruda, de los cuales el 47% es fibra dietética. Dentro de los carbohidratos que contienen dichos hongos, se encuentran pentosas, hexosas, sacarosa, alcohol azúcares, azúcares-ácidos, metil- pentosas y amino azúcares como la quitina (Villareal, L 2003).

2.11.3 Proteínas

Los cuerpos fructíferos de los *Pleurotus* o setas, que son las partes comestibles, son una excelente fuente de proteína de buena calidad, esto debido a que en su contenido, están presentes todos los aminoácidos esenciales (Tabla 2) donde los que predominan son la alanina, el ácido glutámico y la glutamina. El porcentaje de proteína en peso seco puede variar entre 10 y 30% aunque puede llegar a ser hasta del 40%. Se estima que alrededor del 40% de los aminoácidos totales de *Pleurotus ostreatus* corresponde a los aminoácidos esenciales (Gaitán H. 2006).

2.11.4 Vitaminas

Todos los hongos suelen ser una buena fuente de tiamina (vitamina B1), riboflavina (vitamina B2), niacina, biotina y ácido ascórbico (vitamina C). En el caso de *Pleurotus ostreatus* el contenido de tiamina se encuentra entre 4.8 y 7.8mg./ 100g. riboflavina 4.7 a 4.9mg/100g. y niacina 55 a 109mg/100g. todo en peso seco. Los contenidos de ácido ascórbico (vitamina C) son muy altos, hasta de 36 a 58mg/100g. Del peso seco por lo que pueden ser una muy buena fuente de antioxidantes y agentes reductores para el uso de medicamentos y complementos nutricionales, estos pueden ser utilizados en el tratamiento del escorbuto, la diabetes, hipoglucemia, cáncer, etc.,

(Gaitán H. 2006).

2.11.5 Minerales

Los hongos absorben todos los minerales que contiene el sustrato donde son cultivados, por lo general contienen buena cantidad de fósforo y potasio, y calcio en menor cantidad. En el caso de *Pleurotus*, se han encontrado, además de los ya mencionados, buenas cantidades de zinc, cobre, magnesio y fósforo.

Una proporción media de hierro, manganeso y potasio. El calcio, aluminio y sodio se ha encontrado en pequeñas cantidades, también se han encontrado trazas de fósforo, arsénico y mercurio (Guzmán G 2003)

TABLA 2. VALOR NUTRICIONAL DEL HONGO *Pleurotus ostreatus*
MG/100 G PESO SECO.

Aminoácidos		Vitaminas y Minerales	
Leucina	390-610	Tiamina (B1)	4,8 – 7.8 µg
Isoleucina	266-267	Niacina	55 – 109 µg
Valina	309-326	Riboflovina (B2)	4,7 – 4.9 µg
Triptófano	61-87	Acido ascórbico	0.5 – 58 µg
Lisina	250-287	Ca	33 µg
Treonina	264-290	P	13793 µg
Histidina	87-107	K	3793 µg
Arginina	306-334	Fe	15.2 µg
Total	2239-2638	Na	837 µg

Fuente: Boukhalfa, A. et, al. 2006

2.12 PROPIEDADES MEDICINALES DEL *Pleurotus*

Los hongos con propiedades medicinales que más comúnmente pueden encontrarse en el mercado, son los *Pleurotus*.

2.12.1 Efectos antitumorales

Las “setas” (*Pleurotus ostreatus*), contienen cantidades importantes de polisacáridos de estructura molecular compleja, a los cuales se les ha encontrado una importante capacidad antitumoral, es decir, se ha comprobado a nivel laboratorio que estas sustancias son capaces de retardar y disminuir el tamaño de algunos tipos de tumores,

además de prevenir la formación de éstos (Mueller G. et, al. 2005).

2.12.2 Efectos antivirales

Se ha encontrado que el micelio del *Pleurotus* contiene una mezcla de diferentes polisacáridos de bajo peso molecular y sustancias similares a la Zeatina, las cuales contienen citoquinina, estas son sustancias similares a fitohormonas que se sabe tienen efectos antivirales y que no causan efectos colaterales ni toxicidad en pacientes enfermos (Mueller G. et, al. 2005).

2.12.3 Efecto antiinflamatorio

Pleurotus son componentes de 8 carbonos en su estructura molecular, y son las moléculas que originan el aroma y sabor característico que distingue a este tipo de hongos, estas sustancias han demostrado tener una fuerte capacidad antibacteriana, antiinflamatoria contra diferentes tipos de agentes infecciosos (Guzmán G. 2005).

2.12.4 Control del colesterol

Se ha demostrado a nivel experimental con ratas de laboratorio que el consumo frecuente de setas disminuye el nivel de ácidos grasos en sangre y el colesterol en el hígado, con un efecto antiaterogénico favorable, es decir que puede ayudar a prevenir el endurecimiento de las arterias y como consecuencia la prevención de posibles enfermedades cardiovasculares lo cual también podría ocurrir en seres humanos. Por otro lado, en los cuerpos fructíferos del *Pleurotus Ostreatus*, se ha encontrado en forma natural una sustancia que baja el colesterol, los triglicéridos y las lipoproteínas de muy baja densidad (Guzmán G. 2005).

2.12.5 Efecto antihipertensión

Además de que la disminución del contenido de colesterol en el plasma sanguíneo por sí solo tiende a hacer que la presión arterial disminuya, se sabe también que una dieta rica en potasio puede ayudar a disminuir la hipertensión arterial, casi todos los hongos comestibles son ricos en este mineral (Guzmán G, 2005).

2.12.6 Efecto antioxidante

Pleurotus o setas, poseen sustancias con propiedades antioxidantes, por lo que pueden constituir una fuente potencial de bio-antioxidantes, o de preparaciones complejas con propiedades antioxidantes (Mueller G. et, al. 2005).

2.13 CULTIVO DEL HONGO *Pleurotus ostreatus*

El cultivo de hongos comestibles es un proceso que permite liberar el recurso tierra ya que permite obtener grandes producciones en relativamente poco espacio. (Cánovas F. et, al. 2007).

Optimiza el uso del agua (en comparación con otras actividades productivas primarias, se necesitan solo 28 litros de agua para producir un kg de hongos, 500 litros para producir 1 kg de papa y cerca de 100000 litros de agua para producir un kg de carne de res); y energía, porque hace poco uso de estos recursos (Cánovas F. et, al. 2007).

- El cultivo del *Pleurotus*, es simple y requiere de poca inversión inicial.
- El sistema más común de inoculación es en fundas plásticas.
- Como sustrato se puede usar casi cualquier elemento que contenga celulosa: pajas, aserrines, subproductos de los cultivos de café, algodón, arroz, maíz, frejol, papa, cereales etc.,

2.14 ASPECTOS TÉCNICOS

Varias son las formas de cultivo, una de las formas más sencillas es hacerlos crecer sobre un medio artificial esterilizado. Existen numerosas combinaciones de materia prima, pero en líneas generales, cualquier proporción puede resultar conveniente siempre que la humedad del sustrato este en un 70% y el pH en 6.5. (Fernández M. et, al. 2008)

2.15 CULTIVO DEL HONGO *Pleurotus ostreatus* EN FUNDAS DE

POLIETILENO

2.15.1 Selección de sustratos

Los hongos del género *Pleurotus*, toman los nutrientes necesarios para su alimentación de los materiales sobre los que crecen. Tienen la capacidad de degradar celulosa y lignina presentes en diversos desechos agroindustriales, forestales. (Cánovas F. et, al. 2007)

2.15.2 Preparación del sustrato

Consiste en la mezcla, humectación y pasteurización de la materia prima.

2.15.3 Inoculación

Se realizar la inoculación en bolsas de polipropileno El contenido de humedad del sustrato es del 70% y su pH 6 a 10. Introducir en la bolsa una capa de sustrato, presionándola y añadir semillas inoculadas. Esta operación se repite 4 veces y se agrega la última capa de sustrato. Cerrar las fundas. (Velazco S. et, al. 2006)

2.15.4 Incubación (crecimiento vegetativo)

Los hongos *Pleurotus* necesitan condiciones ambientales diferentes en cada una de las fases de crecimiento. Durante la incubación la humedad relativa apropiada es del 75 a 80%; Al cabo de 20-30 días el micelio habrá invadido todo el sustrato, observándose las bolsas blanquecinas. (Velazco S. et, al. 2006)

2.15.5 Inducción (fase reproductiva)

Inducir significa provocar un cambio de condiciones ambientales que motive al micelio a producir fructificaciones para perpetuar la especie, finaliza la fase vegetativa y comienza la fase reproductiva; este cambio se provoca, aumentando la iluminación. (Fernández M. et, al. 2008)

2.15.6 Fructificación

Es la etapa en la que aparecen y se desarrollan los basidiocarpos, que pueden alcanzar

50-150 mm de diámetro en ejemplares adultos, son de forma asimétrica, con forma de ostra. A los pocos días (7 a 10) se observa la formación de primordios de cabezuela oscura, cambian de color a castaño. Se deberá cumplir las siguientes condiciones:

- Humedad: 85-95% alta humedad ambiental
- Temperatura: se recomienda rangos de 25°C a 27°C
- Ventilación: 4-6 renovaciones por hora
- Iluminación: Se pueden usar tubos fluorescentes o luz natural, 12 horas al día (para permitir diferenciación entre el día y la noche). (Fernández M et, al. 2008).

2.15.7 Cosecha

Puede cosechar cuando el sombrero se encuentre totalmente extendido, antes de que el borde comience a enrollarse hacia arriba. Recomendamos desprender con precaución el racimo (tome el racimo desde la base y realice suaves movimientos hacia arriba y hacia abajo hasta que se desprenda), dejando libre el espacio para dar lugar a otra oleada, a los 10 días aproximadamente.

Cada funda produce varias oleadas y continúa produciendo fructificaciones por tres meses aproximadamente, tiempo en que deberá ser desechada. La mayor cantidad de fructificaciones se producen entre la primera y la segunda oleada. (Guevara H. 2004)



Figura 12. Producción del *Pleurotus ostreatus* en fundas

2.15.8 Pos cosecha

La temperatura de los hongos *Pleurotus ostreatus*, al momento de la cosecha es igual a la temperatura del aire de fructificación. Generalmente la temperatura metabólica de los hongos es de 15 a 18°C después de la cosecha. Los hongos deberán ser enfriados a temperaturas de almacenamiento de 8 a 10°C en empaques y pesos comerciales, de tal forma se reduce la pérdida de humedad y preserva la calidad del hongo. En los empaques, los niveles de dióxido de carbono aumentan y los de oxígeno disminuyen debido a la composición del hongo. (Guevara H. 2004)

2.16 SUSTRATO

Un sustrato es todo material sólido distinto del suelo, natural, de síntesis o residual, mineral u orgánico, que, colocado en un contenedor, en forma pura o en mezcla, permite un soporte físico a los hongos, que les permita enraizar y mantenerse erguidas, y proporcionarles agua (H₂O), oxígeno (O₂) y nutrientes esenciales para mantener en equilibrio del metabolismo y la fisiología vegetal, desempeñando, por tanto, un papel muy importante. (Torres V. et, al. 2007).

Las principales propiedades de los sustratos se enumeran a continuación:

2.16.1 Propiedades físicas

- Elevada capacidad de retención de agua fácilmente disponible.
- Suficiente suministro de aire.
- Distribución del tamaño de las partículas
- Elevada porosidad.
- Estructura estable, que impida la contracción (o hinchazón del medio).

2.16.2 Propiedades químicas

- Suficiente nivel de nutrientes asimilables.
- Baja salinidad.
- Capacidad para mantener constante el pH.

- Mínima velocidad de descomposición.

2.16.3 Otras propiedades

- Libre de semillas de malas hierbas, nematodos y otros patógenos
- Reproductividad y disponibilidad.
- Fácil de desinfectar y estabilidad frente a la desinfección.
- Resistencia a cambios externos físicos, químicos y ambientales.

2.17 SUSTRATOS IDEALES PARA EL CULTIVO DEL HONGO *Pleurotus ostreatus*

En general, *Pleurotus ostreatus* se cultiva en materiales lignocelulósicos, los cuales constituyen los compuestos orgánicos más abundantes del planeta, lo más común es que se cultiven en residuos agrícolas ricos en estos compuestos. Es bastante larga la lista de materiales que se pueden emplear como sustrato básico para la producción de *Pleurotus ostreatus* (Cánovas F. et, al. 2007)

Debido a la producción de enzimas como fenoloxidasas (lacasa), peroxidasa, catecoloxidasas, fenolmonoxidasas, treolasas y B-1,4 exoglucanasa, *Pleurotus ostreatus* degrada eficientemente los componentes lignocelulósicos gracias a la acción celulolítica, xilanolítica y lignolítica de tales enzimas. (Cánovas F. et, al. 2007)

Los hongos *Pleurotus ostreatus* también necesitan carbono y nitrógeno para nutrirse ver (Tabla 3). Verificamos que la relación carbono nitrógeno en los hongos *Pleurotus* es muy versátil, casi cualquier desecho vegetal o combinaciones, son utilizables para su cultivo (Cánovas F. et, al. 2007)

Tabla 3. SUSTRATO IDEAL PARA EL CULTIVO DEL HONGO *Pleurotus ostreatus*

Nutrientes		Materiales
Fuente de C	Celulosa	Materiales como madera, paja, hojas, etc.

Orgánicos

		Hemicelulosa	Materiales como madera, paja, hojas, etc.
	Fuente de N	Proteína	Materiales como madera, paja, hojas, etc.
		Amino nitrógeno	Materiales como madera, paja, hojas, etc.
Inorgánicos			K, P, Si, Fe, Mg, etc.

Fuente: Cánovas F. et, al. 2007

2.17.1 Paja de cebada

Después de la cosecha de la cebada, se realiza las pacas con la gramínea para darle diferentes usos y un valor agregado, conservando su valor nutricional (Andrade E 2007)



Figura 13. Pacas de cebada

Tabla 4. COMPOSICIÓN DE LA PAJA DE CEBADA POR 100G

Nutrientes	Cantidad en %
Proteína	19%
Materia grasa	1.7%
Materia no nitrogenada	43.8%
Celulosa	34.4%
Ceniza	4.0%
Agua	14.2 %

2.17.2 Rastrojo de maíz:

El cultivo del maíz produce una gran cantidad de biomasa, de la cual se cosecha apenas cerca del 50% en forma de grano. El resto, corresponde a diversas estructuras de la planta tales como caña, hoja, limbos y mazorca entre otros. (Wege, L 2002)

Cada una de estas estructuras posee características físico-químicas propias, lo que le confiere un valor nutritivo muy diferente, dependiendo de si el residuo corresponde a maíz de grano o maíz para consumo fresco.

Tabla 5. PORCENTAJE DE PROTEÍNA BRUTA Y DIGESTIBILIDAD DEL MAÍZ

Estructura del maíz	Proteína bruta	Digestibilidad
Hojas	5.4 %	55.6 %
Tallo	3.1 %	59.7%
Mazorcas	4.7 %	58.0%

Fuente: "Wege, L 2002"

La pared celular presenta un mayor porcentaje de hemicelulosa que de celulosa. El bajo porcentaje de lignina en los restos de la planta del maíz lo hace más digestible que las pajas de cereales, siendo a su vez, más rico en azúcares solubles. Por estas razones, este residuo presenta un valor energético superior al de las pajas de cereales, fluctuando entre 1.69 y 2.1 Mcal/k de MS. Debido a que la fibra de la caña de maíz es muy larga, es necesario picarla para mejorar la tasa de compostación y el consumo.

2.17.3 Desechos del fréjol

El fréjol es una leguminosa muy importante en varios países tropicales. Parece ser originaria de la parte sur del continente Asiático; posee numerosas características entre ellas tenemos:

- Es sumamente resistente a las sequías; se ha observado creciendo vigorosamente durante la época seca en varios países de Centro y Sur América.

- Produce una gran cantidad de material verde
- Es una leguminosa muy palatable para el ganado y además de un alto valor nutritivo. (Flores M 2005)

Tabla 6. COMPOSICIÓN DEL RASTROJO DE FORRAJE

Componentes	Cantidad en %
Fibra	28.1%
Grasa	3.5 %
Ceniza	14.8 %
Calcio	1.98 %
Fósforo	0.26 %
Carbohidratos	39.4 %
Proteína cruda	14.2 %

Fuente: Flores M 2005

2.18 CULTIVO DEL HONGO *Pleurotus ostreatus* EN TRONCOS

Se utiliza casi cualquier madera, pero se debe evitar aquella que es de pino porque sus resinas dificultan el crecimiento del hongo.

En general se emplean maderas blancas y blandas.

La madera debe estar "verde", puede ser recién cortada o bien después de 1 a 2 meses, el grado ideal de humedad es de 50-70 %.(Dúdka, A. et, al. 2000).

Inoculación: Se puede cortar los troncos con motosierra en ambos extremos. La semilla se coloca directamente sobre el tronco y se le clava la rodaja mediante el uso de clavos o grampas de tal modo que la semilla quede en íntimo contacto con la madera. Se emplea aproximadamente 1,5 kg de semilla cada 100 kg de madera. (Dúdka A. et, al. 2000).



Figura 14. Troncos incubados con *Pleurotus ostreatus*



Figura 15. Producción silvestre del *Pleurotus ostreatus*

2.19 PLAGAS

Aunque se pueda proporcionar cierta protección durante el proceso de elaboración del sustrato, el cultivo de *Pleurotus ostreatus* está expuesto, como cualquier otro cultivo, a alteraciones que pueden ocasionar descensos en el rendimiento o bien deprecia la calidad comercial del producto y pueden presentarse en cualquier fase del ciclo de cultivo, afectando de manera adversa la cosecha final.

2.19.1 Colémbolos

Son insectos diminutos sin alas 1.5 mm de longitud ver figura 16, que forman pequeñas galerías secas y de sección oval en el contexto de los hongos. Se encuentran en gran cantidad entre las laminillas del himenio que hay bajo el píleo del carpóforo. También pueden atacar al micelio si el sustrato está demasiado húmedo. Destaca la

especie *Hypogastrura armata*, que también se alimenta de las esporas del hongo (Sánchez, 1994)



Figura 16. *Hypogastrura armata*

2.19.2 Dípteros

Como en el caso del champiñón, los cultivos de *Pleurotus ostreatus* pueden ser afectados por Esciáridos, Fóridos y Cecidómidos. El daño lo causan sus larvas que se comen las hifas del micelio, hacen pequeñas galerías en los estípites de las setas y luego en los píleos. En el caso de los Cécidos destacan algunas especies de moscas de los géneros *Heteropeza* y *Mycophyla*. Las larvas de estos insectos frecuentemente aparecen después de cosechados los carpóforos, durante el almacenamiento o transporte a los centros de acopio. (Sánchez, 1994)



Figura 17. Adulto y larvas de un Cecidómido

2.20 Enfermedades

2.20.1 Telaraña (*Dactylium dandroides*)

Los filamentos de este hongo crecen rápidamente y se extienden sobre la superficie del sustrato y de las setas, cubriéndolas con un moho blanquecino, primero ralo y luego denso y harinoso. En las partes viejas las formas perfectas forman puntos rojizos. Los ejemplares atacados se vuelven blandos, amarillento-parduscos y se acelera su

descomposición. Puede atacar a las setas recolectadas. Esta enfermedad aparece con humedad excesiva, el calor y la escasa ventilación.

Para su control se deben cubrir con cal viva en polvo, sal, formalina 2% o soluciones de benomyl las zonas afectadas. También se puede emplear zineb, mancozeb, carbendazin o thiabendazol (Sánchez y Royse, 2002).

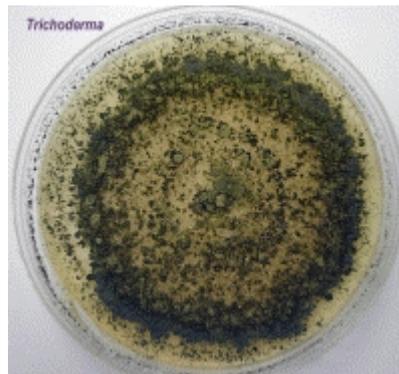


Figura 18. Telaraña

2.20.2 Hongos verdes

Esta denominación engloba a numerosos hongos pertenecientes a los géneros *Trichoderma*, *Penicillium*, *Aspergillus* y *Gliocladium*, fundamentalmente, que se caracterizan por tener en común la coloración verdosa de las fructificaciones conocidas y por desarrollarse preferentemente en el substrato durante el curso de la incubación. Aunque también, representan problema en el laboratorio durante la producción de semilla. (Gallegos H. 2008).

A diferencia de la mayoría de hongos competidores, las especies de *Trichoderma* no dependen exclusivamente de los nutrientes solubles fácilmente disponibles, ya que también son capaces de descomponer la celulosa del substrato. Esta característica junto a su capacidad para funcionar eficazmente como saprófitos o parásitos y su elevada tasa de crecimiento, les convierte en los hongos más dañinos del cultivo de *Pleurotus ostreatus*. (Gallegos H. 2008).

Trichoderma invade rápidamente el sustrato y obstaculiza el crecimiento del micelio de *Pleurotus* mediante la producción de toxinas y antibióticos, al tiempo que ocasiona un descenso del nivel de pH hasta valores de 4-5, que son más favorables para su desarrollo. Inicialmente se puede observar en el sustrato un moho de color blanco que vira a verde, adquiriendo posteriormente color gris verde-azulado debido a la abundante producción de conidios. Para evitar la aparición de *Trichoderma* puede intentarse ajustar el pH del sustrato a valores alrededor de 7.5, utilizando para ello caliza o procesos de fermentación cortos. (Gallegos H. 2008).

Penicillium, es otro competidor de coloración verde. Su manifestación se ve favorecida por la aplicación de tratamientos térmicos insuficientes y por la falta de medidas higiénicas en las áreas de inoculación e incubación. Se ha detectado en sustrato recién elaborado y a lo largo de las fases de incubación y fructificación. Suele aparecer en las aberturas de paquetes en los que se produce condensación de la humedad, impidiendo así el fructificación normal de los carpóforos. (Gallegos H. 2008)



Figura 19. Hongos verdes contaminantes

2.21 CONTROL FITOSANITARIO DE PLAGAS Y ENFERMEDADES

Para el control de colémbolos y de dípteros se recomiendan medidas preventivas como colocación de filtros junto a los ventiladores, eliminación de residuos, tratamiento térmico de los sustratos para eliminar huevos y larvas, etc. También pueden emplearse

distintos insecticidas: diazinón o nebulizaciones con endosulfán o diclorvos (Sánchez y Royse, 2002).

Para el control de las enfermedades como telaraña se deben cubrir con cal viva en polvo, sal, formalina 2% o soluciones de benomyl las zonas afectadas. Para *Pseudomonas tolaasii* (*P. fluorescens*) se puede añadir hipoclorito sódico al agua de riego, solución de formalina al 0,2-0,3%, formol u otros productos. (Gallegos 2008)

2.22 PRODUCCIÓN DE LOS HONGOS

En los últimos 40 años, el mercado de hongos comestibles a nivel mundial ha experimentado un crecimiento anual de 4.3%, de acuerdo a los datos obtenidos de la Organización de las Naciones Unidas para la Alimentación y la Agricultura (FAO).

Este crecimiento se debe principalmente a mejoras en la tecnología de producción de diversos hongos, que posibilitan tener mejores precios y un mayor volumen. Está relacionado, además, al enorme giro que ha dado el mundo con respecto a la salud y hacia una mejor forma de cuidarse; las personas buscan una alimentación más sana y adecuada. Está científicamente comprobado que el consumo de hongos comestibles otorga beneficios a la salud del ser humano. Tienen un agradable sabor gastronómico,

En cuanto a la producción mundial de hongos China se encuentra en primer lugar con el 52.5 % de la producción (2 millones 245 mil 800 toneladas), seguido de Estados Unidos con el 8.0%, Japón con el 7.9%, Francia el 5.9 % y Holanda con el 3.9%.

A nivel de América Latina, México ocupa el primer lugar de producción con el 52 por ciento y en cuanto a las setas, la variante de hongo más popular, el país se encuentra en los primeros lugares a nivel internacional. En el mundo se producen 48 mil 985 toneladas de hongos frescos, generan 20 mil empleos directos e indirectos y su comercialización implica 150 millones de dólares. (Guerrero M 2008)

La producción de champiñones en el Ecuador alcanza las 3,5 millones de libras al año

y el consumo promedio por persona es de 160 gramos cada 12 meses. El consumo en el Ecuador es bajo en comparación con el resto de países vecinos, donde llega a los 400 gramos por persona anuales. Eso se explica por qué en el país la carne y el pollo son más económicos que los hongos, Un kilo de carne cuesta \$2,60 (para ocho personas) mientras que una bandeja de 454 gramos de champiñón sale en \$2,58 (para seis personas).

En el Ecuador, las empresas productoras de hongos como Invedelca acapara el 70% de participación del mercado ecuatoriano y llega con su producto a 27 ciudades, le sigue Kennet con el 27% y Chaval con el 3%. En el Oriente, Imbabura y Tungurahua se concentra la producción artesanal.

La marca El Salinerito, conformada por la asociación de 20 microempresas es conocida en Italia desde 1995, y desde 1998 comenzó a invadir nuevos mercados. Los hongos secos que se venden de \$15 a \$18 cada kilo, dependiendo de la calidad, son el producto estrella del El Salinerito. En 2004 la empresa ha exportado 16 mil kilos a Suiza.

2.23 PROCESAMIENTO Y CONSUMO

Productos desarrollados a base de hongos

- Salmuera
- Deshidratado
- Condimentos
- Bebidas de hongos
- Extractos
- Infusiones en aceite
- Hongos en polvo
- Salsas, aderezos
- Pastas, patés y salsas para pasta
- Suplementos dietéticos

- Otros productos no alimentarios

(Zamora C. et, al. 2007)

2.24 SISTEMAS DE EMBALAJE PARA PRODUCTOS FRESCOS

El principal objetivo del envasado de alimentos es proteger los productos del daño mecánico, de la contaminación química, microbiana, del oxígeno, el vapor de agua y la luz, en algunos casos. El tipo de empaque utilizado para este fin juega un papel importante en la vida del producto, brindando una barrera simple a la influencia de factores, tanto internos como externos. (Asofeifa B. 2003).

2.24.1 Envasado unitario

Es un envasado que va destinado a consumidor final. El tipo de envasados utilizados son bolsas de plástico cerradas, bandejas de polietileno (espuma de polietileno) recubiertas con una película de plástico (Film estirable para alimentación). (Asofeifa B. 2003).

2.24.2 Espuma de Polietileno EPS

Es un material inocuo porque no favorece el desarrollo de microorganismos como bacterias, hongos que provocan la descomposición en los productos. Este material se emplea para la protección transporte y comercialización de los productos. EPS aumenta el tiempo de conservación del producto por tratarse de un material con poder de aislamiento térmica. Es muy resistente a golpes y vibraciones por lo que como material de transporte es idóneo; los productos llegan en perfectas condiciones mejorando así la imagen de los mismos en su comercialización. (Asofeifa B. 2003)

2.24.3 Film estirable para alimentación

El film estirable para uso alimentos ha sido una aplicación para envasar productos frescos que es muy utilizado en estos últimos años. Esta utilización ha traído consigo que se hayan desarrollado diversos sistemas semiautomáticos y automáticos que permiten la aplicación de este film en el envolvimiento de bandejas. (Rojas E. 2004)

2.25 Envasadoras de vacío

- El vacío es un modo de conservación de alimentos muy práctico y sencillo.
- Se trata de extraer el aire que rodea al producto que se va a envasar.
- De este modo se consigue una atmósfera libre de oxígeno con la que se retarda la acción de bacterias y hongos que necesitan este elemento para sobrevivir, lo que posibilita una mayor vida útil del producto.
- El envasado al vacío se complementa con otros métodos de conservación ya que después, el alimento puede ser refrigerado o congelado. (Asofeifa B. 2003)

Uno de los sistemas más exitosos para la conservación de alimentos, ha sido el empaquetado al vacío porque al retirar el aire del contenedor, se obtiene una vida útil más larga al poder conservar las características organolépticas ya que al eliminar el oxígeno no existe crecimiento de gérmenes aeróbicos, psicófilos, y mesófilos que son los que originan la rancidez, la decoloración, y la descomposición de los alimentos. (Velazco S. et, al 2006).

2.25.1 Los beneficios del empaque al vacío

- Los alimentos empaquetados al vacío mantienen su frescura, textura, apariencia natural y sabor de 3 a 5 veces más tiempo que con los métodos convencionales.
- Los alimentos no se deshidratan ya que al no haber aire, se mantiene la humedad natural de los comestibles.
- Los alimentos en polvo, como el azúcar o la sal, no se endurecen ya que al no estar en contacto con el aire, no pueden absorber humedad.
- Los alimentos con olores fuertes, como la cebolla y el ajo, no transmiten su olor a otros alimentos en su refrigerador. Al estar completamente sellados, impiden el escape de aire.
- Los alimentos con alto contenido graso no se ponen rancios porque el oxígeno del aire no puede ingresar a las bolsas o envases sellados herméticamente. (Asofeifa B. 2003)

2.25.2 Envasadoras de vacío o campana

Las envasadoras de vacío o campana son equipos muy sencillos y económicos. Resultan adecuados para producciones bajas o medias-bajas (2-3 ciclos/ min.) y operan en discontinuo. Generan la atmósfera protectora mediante la técnica de vacío compensado y utilizan envases prefabricados como bandejas o bolsas flexibles, con frecuencia, de poco valor añadido. (Rojas E. 2004)

CAPITULO III

MATERIALES Y MÉTODOS

3.1 UBICACIÓN DEL EXPERIMENTO

El presente trabajo de investigación se realizó en la provincia de Cotopaxi cantón Salcedo, parroquia Santa Ana, sector San Pedro, al norte a 100 metros de la plaza central, en la residencia del señor Félix Barriga.

Para el cultivo del hongo *Pleurotus ostreatus* se requirieron las siguientes áreas:

- Área de almacenamiento de sustratos e insumos
- Área de pasteurización y inoculación

- Dos áreas de incubación y de producción la una a temperatura y humedad controlada la otra en condiciones ambientales.
- Área de almacenamiento del hongo

3.1.1 SITUACIÓN GEOGRÁFICA Y CLIMÁTICA

Tabla 7. PARÁMETROS CLIMATOLÓGICOS

Parámetros	Localidad
Altitud	.s.n.m.
Latitud.	1° 02' 10" S.
Longitud	78° 35' O.
T° Media Anual	14.5 °C
T° Máxima	20 °C
T° Mínima	9 °C
Humedad Relativa	59.6 0 %

Fuente: Municipio de Salcedo 2010

3.1.2 Zona de vida

El cantón Salcedo se encuentra ubicado en el corazón del país al sur oriente de la provincia del Cotopaxi, tiene la forma más o menos rectangular que se extiende desde la cima de la Cordillera Central hasta la cima de la Cordillera Occidental de los Andes. Con una importante producción agrícola y ganadera. De acuerdo con la clasificación de las zonas de vida, el sitio corresponde a la formación de bosque Subtropicales húmedo según el doctor L. R. Holdridge 1982

3.2 MATERIAL EXPERIMENTAL

- En el presente trabajo de investigación se utilizó el micelio del hongo *Pleurotus ostreatus* propagado en semilla de trigo

- Tipos de sustratos
 - Desechos del frejol
 - Hojas de maíz
 - Paja de cebada

- Tipos de embalaje
 - Barqueta de polietileno con film estirable
 - Fundas selladas al vacío

3.2.1 MATERIALES DE OFICINA

- Calculadora
- Cámara fotográfica
- CDs.
- Computadora
- Lápiz
- Libreta de campo
- Papel bond
- Tabla porta papel

3.2.2 MATERIALES DE CAMPO Y DE LABORATORIO

- Alcohol
- Artículos de limpieza.
- Balanza
- Balanza digital
- Barqueta de polietileno
- Calibrador pie de rey
- Film estirable para alimentación
- Fundas de baja densidad
- Fundas de polietileno

- Fundas negras
- Guantes quirúrgicos
- Mascarillas
- Mesa de trabajo.
- Microaspersor
- Olla con capacidad de 40 litros
- Rociador
- Selladora al vacío
- Tanque de gas
- Tazón plástico
- Termómetro

3.2.3 FUENTES DE INFORMACIÓN

- Biblioteca de la Escuela Superior de Chimborazo
- Biblioteca de la Universidad Técnica de Ambato
- Biblioteca de la Universidad Técnica de Cotopaxi
- Biblioteca de Municipal de Salcedo
- Sitios Web (Internet)

3.3 MÉTODOS

Para la realización de la presente investigación se aplicaron 2 diseños experimentales

3.4. PRIMER DISEÑO, PARA LOS SUSTRATOS

Se realizó con la finalidad de obtener el mejor tratamiento entre las temperaturas y los sustratos, utilizados para la producción del hongo *Pleurotus ostreatus*.

3.4.1 Factores de estudio, primer diseño

En el presente experimento se evaluaron el comportamiento productivo del hongo *Pleurotus ostreatus*, bajo la influencia de dos temperaturas y siete sustratos

Cuadro 1. FACTORES DE ESTUDIO PARA LOS SUSTRATOS

Factores	Código	Niveles	Descripción de los niveles
Temperaturas	A	A1	Temperatura ambiente
		A2	Temperatura controlada a 26 °C
Tipos de sustrato	B	B1	Paja de cebada 100%
		B2	Hojas de maíz 100%
		B3	Desechos del frejol 100%
		B4	Paja de cebada 50% + hojas de maíz 50%
		B5	Paja de cebada 50% + desechos del frejol 50%
		B6	Desechos del frejol 50% + hojas de maíz 50%
		B7	Paja de cebada 33.3% + hojas de maíz 33.3% + desechos del frejol 33.3%

Fuente: Trabajo de campo. Barriga, P (2010).

3.4.2 TRATAMIENTOS COMBINADOS PARA EL PRIMER DISEÑO

La conformación de los tratamientos se describe a continuación:

Cuadro 2. TRATAMIENTOS PARA LOS SUSTRATOS

Tratamientos	
T1	B1 A1
T2	B1 A2
T3	B2 A1
T4	B2 A2
T5	B3 A1
T6	B3 A2
T7	B4 A1
T8	B4 A2

T9	B5 A1
T10	B5 A2
T11	B6 A1
T12	B6 A2
T13	B7 A1
T14	B7 A2

Fuente: Trabajo de campo. Barriga, P (2010).

3.4.3 Características del experimento para el primer diseño

Factores de estudio	2
Tratamientos	14
Repeticiones	2
Unidad experimental	14 x 2 = 28
Tamaño de la unidad	1Kg

3.4.4 Tipo de diseño experimento

El primer diseño experimental aplicado fue un Diseño Completamente al Azar (DCA) para un ensayo bifactorial con un arreglo combinado aplicando dos repeticiones por cada tratamiento, en concordancia con el siguiente modelo lineal.

$$X_{ij} = \mu + J_i + E_{ij}$$

Donde:

X_{ij} = Valor estimado de la varianza

μ = Media general

J_i = Efecto del tipo de sustrato

E_{ij} = Error experimental

3.4.5 Análisis estadístico para el primer diseño

Se aplicó la técnica estadística (ADEVA) análisis de varianza, para realizar la prueba de hipótesis de la igualdad de medias poblacionales.

Cuadro 3. ESQUEMA DEL ANÁLISIS DE VARIANZA (ADEVA).
PARA LOS SUSTRATOS

Fuente de variación	Grados de libertad
Total	27
Factor A (Tipos de sustrato)	6
Factor B (Temperaturas)	1
Interacción (AxB)	6
Error	14

Fuente: Trabajo de campo. Barriga, P (2010).

3.4.6 Tipo de análisis para el primer diseño.

Los métodos de cada variable de estudio se sometieron a la siguiente técnica estadística: la prueba de separación de medias según Waller Duncan a un nivel de significancia $\alpha \leq 0.05$

3.4.7 Mediciones experimentales para el primer diseño.

- **Peso fresco de la cosecha del hongo *Pleurotus ostreatus*.** Se realizó con la ayuda de una balanza de un kilo de capacidad y un grado de precisión.
- **Diámetro de los cuerpos fructíferos.** Esta variable se determinó en el

momento de la cosecha procediendo de la manera siguiente, de cada tratamiento se evaluó una funda, se seleccionó al azar tres hongos y con un pie de rey graduado en centímetros se estimó el diámetro.

- **Número de carpóforos durante la cosechas.** Se procedió a contar el cuerpo fructífero de los hongos formado por el sombrero, el himenio y el pie.
- **Eficiencia biológica.** Es un variable importante para determinar la factibilidad de la producción del *Pleurotus ostreatus* en los diferentes tipos de sustrato a evaluar, se calculó mediante la forma propuesta por Guevara, H. 2004.

$$\% \text{ Eficiencia biológica } \%EB = \frac{\text{peso del hongo fresco cosechado}}{\text{Peso del sustrato empleado}} \times 100$$

El peso del hongo fresco cosechado es la sumatoria del peso de las 3 cosechas que se realizaron.

3.4.8 MANEJO DEL EXPERIMENTO

3.4.8.1 Descripción del experimento

a. Metodología para el cultivo de hongos *Pleurotus ostreatus* bajo la influencia de dos temperaturas y siete sustratos.

El manejo del experimento comprende varias fases, mismas que se resume a continuación:

Producción del hongo *Pleurotus ostreatus*

- **Recepción de los sustratos**

Se recolectó los desechos pos cosecha de los sectores de Belisario Quevedo y Rumipamba Central, limpiando las impurezas como piedras, malas hierbas palos, entre otros

- **Picado del sustrato**

El picado se realizó manualmente con la ayuda de un machete, se picó la paja de cebada y el rastrojo de maíz, su tamaño fue de 6 cm a 12 cm de longitud. Las vainas de fréjol no fueron picadas. Esto se realizó con la finalidad que el micelio invada el sustrato permitiendo un intercambio gaseoso entre éste y el medio.

- **Pesado del sustrato**

Se pesó un kilo de sustrato por cada tratamiento, como se mencionó en el Cuadro 1.

- **Mezcla.**

Siguiendo con el cuadro 1. En los tratamientos B4, B5, B6, se realizó las mezclas de 2 sustratos cada uno con un peso de 0.500kg. Para el tratamiento B7 se realizó la mezcla de los 3 sustratos cada uno con un peso de 0.333kg

- **Humidificación del sustrato.**

Se remojó durante 12 horas para permitir que el agua re-hidrate el sustrato y este alcance una humedad de 70-75%, utilizando para ello, recipientes de tamaño adecuados, removiendo cada 4 horas para facilitar la absorción del agua. Finalmente se drenó el exceso de agua.

- **Pasteurización**

A una temperatura de 90 °C. Por un tiempo de 45 min. Esto nos asegura la eliminación total o parcial de agentes contaminantes, para lo cual se utilizó una cocina industrial y ollas grandes para poner el sustrato.

- **Enfriado**

Se filtró el agua, el sustrato que se encuentra a 90°C se lleva a una mesa y se deja reposar por unos 15 minutos removiendo constante mente para que el sustrato llegue a una temperatura ambiente

- **Inoculación**

Se realizó la inoculación en fundas transparentes colocando capas alternas de sustrato y micelio. En cada funda de un kilo de sustrato se puso 100 gr. de micelio esto equivale a un 10 %, Una vez terminada la inoculación, se cierra la funda para evitar contaminaciones y la pérdida de humedad del sustrato.

Por último se coloco en una funda negra, se amarro y se identifico

- **Incubación**

En esta etapa se usó dos cuartos con estanterías apropiadas para las fundas, el cuarto 1 con temperatura y una humedad relativa propio del ambiente y el cuarto 2 con una temperatura controlada de 28 °C y una humedad relativa de 80%, ambos en completa oscuridad durante 21 días, en este lapso de tiempo el micelio debe adaptarse al cambio del medio y colonizar completamente el sustrato.

- **Inducción y fructificación**

Se retiró la funda negra y se pudo observar la colonización del micelio en el sustrato de tal manera que ya no se distingue el aspecto ni la coloración del sustrato inicial, se ve como una masa compacta de superficie homogénea blanco-algodonosa.

En esta parte se disminuyó la temperatura del cuarto 2 a 26°C, se aumentó la humedad relativa a 90%, a ambos cuartos se les proporcionó foto periodos de iluminación de 12:12 que consiste en dar 12 horas luz y 12 horas oscuridad y ventilación de dos veces en el día. Manteniendo estas condiciones al cabo de 20 días se pudo observar el a parecimiento de los primordios, lo que

conocemos como fructificación.

- **Cosecha.**

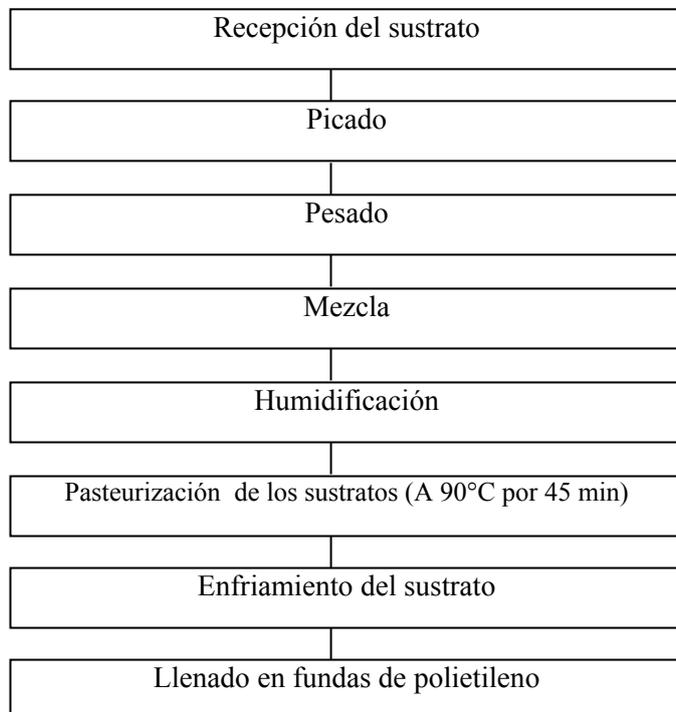
La cosecha se inició a los 5 días después de la aparición de los primordios, mientras que, las subsiguientes oleadas se obtuvieron a intervalos de 12 a 16 días. La cosecha se hizo manualmente desde la base del pie, cuando el sombrero tuvo una consistencia compacta y estuvo totalmente extendido.

- **Refrigeración**

Llevar a refrigeración a 5°C

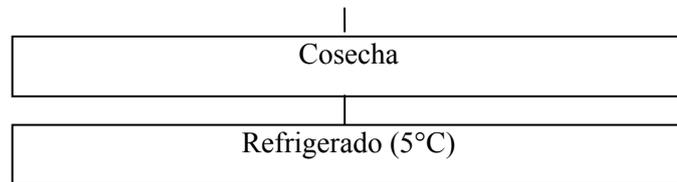
A continuación se presenta el diagrama de flujo de la producción del hongo comestible *Pleurotus ostreatus*

3.4.10 Diagrama de flujo de la producción del hongo *Pleurotus ostreatus*



Micelio 10%

|



b. Análisis de laboratorio

En los sustratos.

Paja de cebada, rastrojo de maíz, vainas de frejol, se determinaron los parámetros físicos – químicos siguientes.

- **Determinación de pH**
- **Porcentaje de carbono.** Mediante la oxidación de la materia orgánica, absorción atmosférica
- **Porcentaje de nitrógeno.** Determinación cualitativa del nitrógeno por el

método de Lassaigue

- **Lignina.** Por digestión ácida
- **Celulosa.** Por digestión ácida

En el hongo fresco

Se realizó los análisis bromatológicos y microbiológicos siguientes.

- **Proteína:** Por el método de Kjeldahl, se basa en la alcalinización del material digerido, destilación y titulación. Determina la cantidad de nitrógeno total presente en la muestra. Este se multiplica por el factor 6.25 en el caso de los hongos comestibles.
- **Humedad:** Según el método gravimétrico, secado hasta peso constante. Pérdida de peso sometido a temperatura de 110°C por 4 horas para destruir la materia orgánica
- **Ceniza:** Según el método gravimétrico, mediante incineración de la muestra a 550 °C
- **Carbohidrato:** Extracto libre no nitrogenado (ELN) por diferencia, después de que se ha determinado ceniza, extracto etéreo y proteína
- **Extracto etéreo:** (lípidos o grasa) Según el método gravimétrico, por extracción en hexano, en equipo Soxhlet.
- **Determinación de Coliformes totales, Coliformes fecales:** método de las placas 3M Petrifilm que consiste en incubar 1 ml de la muestra en la placa preparada.

3.5 SEGUNDO DISEÑO PARA LOS TIPOS DE EMBALAJES

Una vez obtenido el mejor tratamiento utilizando el primer diseño, se procedió a

aplicar un segundo diseño para determinar cuál tratamiento es el que nos proporcione un mayor tiempo de vida útil

3.5.1 Métodos

Del producto cosechado se tomaron muestras de 150g. y evaluaron los tipos de embalajes que incidieron en el tiempo de vida útil de los hongos. Con la finalidad de determinar el tiempo de vida útil se analizaron las variables que constan en el numeral 3.5.7

3.5.2 Factores en estudio para los tipos de embalajes

En el presente trabajo de investigación para la determinar el tiempo útil de los hongos *Pleurotus ostreatus* se estudió el siguiente factor:

Tipos de embalaje

- Barqueta de polietileno con film estirable
- Fundas de polietileno selladas al vacío

CUADRO 4. FACTORES DE ESTUDIO PARA LOS EMBALAJES

Factor	Código	Niveles	Descripción de los niveles
Tipos de embalajes	C	C1	Barqueta de polietileno con film estirable
		C2	Funda sellada al vacío

Fuente: Trabajo de campo. Barriga, P (2010).

3.5.3 TRATAMIENTOS

Del factor en estudio se obtuvo los siguientes tratamientos

CUADRO 5 TRATAMIENTOS PARA LOS EMBALAJE

Tratamientos	
T1	C1
T2	C2

Fuente: Trabajo de campo. Barriga, P (2010).

3.5.4 Características del experimento para el segundo diseño

Factores de estudio	1
Tratamientos	2
Repeticiones	3
Unidad experimental	2 x 3 repeticiones
Tamaño de la unidad	150g.

3.5.5 Tipo de diseño experimental

Para el presente trabajo de investigación se aplicó el diseño completamente al azar (DCA) para un ensayo monofactorial, aplicando 3 repeticiones

3.5.6 Análisis estadístico para el segundo diseño

CUADRO 6. ESQUEMA DEL ANÁLISIS DE VARIANZA (ADEVA).
PARA LOS EMBALAJE

Fuente de variación	Grados de libertad
Total	5
Tratamientos	1
Error experimental	4

Fuente: Trabajo de campo. Barriga, P (2010).

3.5.7 Tipo de análisis

Las variables de estudio para los tipos de embalaje fueron sometidas al análisis estadístico prueba de Waller Duncan al 0.05, con la finalidad de saber con qué tratamiento se obtiene mayor vida útil del hongo *Pleurotus ostreatus*

3.5.8 Variables a evaluarse

El producto fue almacenado a temperatura de refrigeración y se realizaron la

cuantificación del tiempo de vida útil por efecto del tipo de embalajes. El tiempo de vida útil por efecto del tipo de embalaje se determinó en base al:

- **Cambio de color**, se realizó mediante observación visual (el color cambia de brillante característico a opaco), se evaluó mediante la tabla propuesta por Mayela, J. et, al. 2005

1. No presenta cambios de color
2. Cambio ligero de color
3. Cambio parcial de color
4. Cambio radical

- **Cambio de textura**, se evaluó mediante tabla propuesta por Hofmann, A. et, al. 2003

1. Textura lisa, tersa y sedosa
2. Textura lisa, tersa
3. Textura carnosa acuosa
4. Textura acuosa esponjosa

- **Pérdida del peso**, se utilizó una balanza digital, se determinó el porcentaje de peso perdido con respecto al peso inicial del hongo *Pleurotus ostreatus* fresco. El cálculo se realizó en base a la siguiente fórmula propuesta por .(Mayela, J. et, al. 2005)

$$\% \text{ PP} = \frac{P_i - P_f}{P_i} \times 100$$

Donde: % PP = Porcentaje de peso perdido
 Pi = Peso inicial
 Pf = Peso final

3.5.9 Metodología de embalaje

- **Recepción de materia prima**

Se utilizó los hongos *Pleurotus ostreatus* del mejor tratamiento del primer diseño experimental.

- **Pesado**

Con ayuda de una balanza digital se pesó 150 gramos de hongos *Pleurotus ostreatus* libres de impurezas

- **Envasado en barquetas**

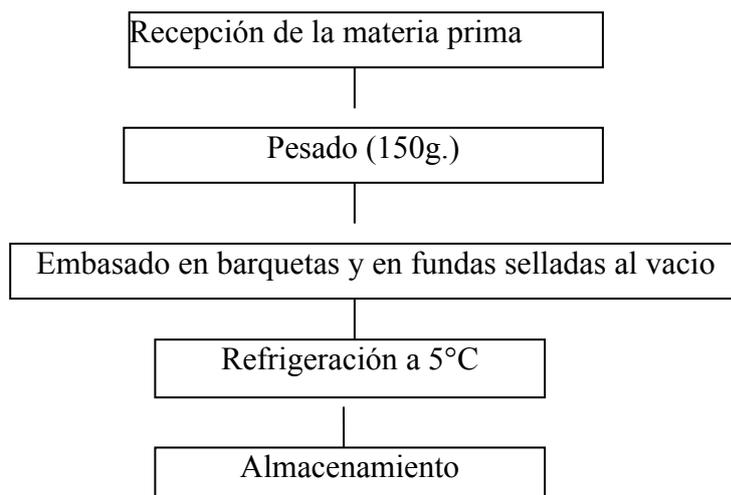
En una barqueta de polietileno se colocó los 150g del hongo, posteriormente se cubrió con film estirable y se llevó a refrigeración a 5°C

- **Envasado al vacío**

En una funda de polietileno se colocaron los 150g de hongos sellamos al vacío después se almacenaron en refrigeración a 5°C

Se presenta a continuación el diagrama de flujo del embalaje del hongo *Pleurotus ostreatus*

3.5.10 Diagrama del embalaje de los hongos



CAPITULO IV

RESULTADOS EXPERIMENTALES Y DISCUSIONES

4.1 PRIMER DISEÑO EXPERIMENTAL

Corresponde a la producción hongo *Pleurotus ostreatus*, bajo la influencia de dos temperaturas y siete sustratos.

De las variables a evaluar se obtuvieron los siguientes resultados

4.1.1 PESO DEL HONGO EN FRESCO

Se determinó por la sumatoria de las tres cosechas del hongo *Pleurotus ostreatus*, en 60 días, los resultados experimentales se presentan en el anexo 2.

CUADRO 7. ANÁLISIS DE VARIANZA (ADEVA) PARA EL PESO EN Kg. DEL HONGO

FV	SC	GL	CM	Fcal	F 0,05	F 0,01
Total	0,878537	27				
Tratamientos	0,875834	13				
Factor A (Temperatura)	0,306394	1	0,30639432	1.587,24 **	4,6	8,86
Factor B (Sustratos)	0,539335	6	0,08988924	465,66 **	2,85	4,46
Interacción AxB	0,030104	6	0,0050174	25,99 **	2,85	4,46
Error experimental.	0,002703	14	0,00019304			

Fuente: Trabajo de campo. Barriga, P (2010).

$$FC = 24.735$$

$$CV = 1.48 \%$$

En el cuadro 7. Se observa el análisis de varianza para el peso del hongo en fresco, el mismo que reporto diferencias altamente significativas en los factores A, B y en la interacción AxB con un coeficiente de variación del 1.48%.

A continuación presentamos la separación de medias según Duncan al ($p > 0.01$) en el peso en kg. del hongo para los dos factores y la interacción de AxB.

CUADRO 8. SEPARACIÓN DE MEDIAS SEGÚN DUNCAN AL ($P > 0.01$) EN EL PESO EN Kg. DEL HONGO PARA EL FACTOR A TEMPERATURAS

Tratamientos	A2	A1
Promedios	1,044	0,835
R.M.D.		4,21
D.M.S.		0,0159

Fuente: Trabajo de campo. Barriga, P (2010).

$$S_x = 0.0038$$

Sx = Error estándar

R.M.D. = Rango mínimo de Duncan

D.M.S.= Diferencia mínima significativa

En el cuadro 8. Encontramos la separación de medias según Duncan para el factor A (Temperaturas) determinando diferencias altamente significativas entre las medias de los tratamientos; detectándose el mayor peso en la temperatura controlada 26°C con un peso de 1,044 Kg. Tratamiento que difiere de la temperatura ambiente 15°C con un valor de 0.835 Kg.

Figura 20. Peso fresco en Kg., del hongo *Pleurotus ostreatus* con dos temperaturas diferentes.

Con relación a la Figura 20, se observa que a temperatura controlada 26°C se registró el mayor peso 1,044g., en relación a la temperatura ambiente 15°C con un peso de 0.835 gr., respectivamente.

Estos datos concuerdan con lo mencionado por Velazco S. et, al. 2006, que manifiesta sobre el desarrollo de *Pleurotus ostreatus* que se encuentra afectado por varios factores; entre los que menciona la temperatura que altera el metabolismo de las células del hongo, influye tanto en la capacidad enzimática del organismo, como en la fluidez de los lípidos de la membrana celular en el desarrollo del hongo *Pleurotus ostreatus*.

Según Fernández, M et, al. 2008, reportó que *Pleurotus ostreatus* crece en un rango entre 0 a 32° C con temperaturas óptimas de 26-28° C.

La comparación múltiple de medias del factor B (sustratos), se muestra en el siguiente cuadro

CUADRO 9. SEPARACIÓN DE MEDIAS SEGÚN DUNCAN AL (P > 0.01) EN EL PESO EN Kg DEL HONGO PARA EL FACTOR B SUSTRATOS

Tratamientos	B6	B4	B5	B3	B2	B7	B1
--------------	----	----	----	----	----	----	----

Promedios	1,129	1,074	1,023	0,972	0,866	0,775	0,739
R.M.S.		4,21	4,42	4,55	4,63	4,7	4,72
D.M.S.		0,030	0,031	0,032	0,033	0,033	0,033

Fuente: Trabajo de campo. Barriga, P (2010).

$$S_x = 0.0069$$

En el cuadro 9. Se encuentra la separación de medias según Duncan para el factor B (Tipos de sustratos); detectándose los mayores pesos en los tratamientos B6 (desechos del fréjol + hojas de maíz) con 1,129 Kg. seguido del B4 (paja de cebada + hojas de maíz) con un peso de 1,074 Kg. Tratamiento que difiere de B1 (paja de cebada) que alcanzó un peso de 0.739 gr. Estas valorizaciones, se consiguieron con un coeficiente de variación de 1.48%.

Figura 21 Peso fresco en Kg., del hongo *Pleurotus ostreatus* cultivados en siete sustratos diferentes.

En relación con la Figura 21, se deduce que existen diferencias en los pesos de los hongos *Pleurotus ostreatus* cultivados en los diferentes sustratos, como se comprueba, en el tratamiento B6 (desechos del frejol + hojas maíz) se obtiene un peso de 1,129 Kg. es mayor el peso del tratamiento B1 (paja de cebada) con 0,739 Kg., respectivamente.

Al respecto Cánovas, F. et, al. 2007 señala que cualquier desecho vegetal o combinaciones, son utilizables para el cultivo de hongos recalando que para los hongos *Pleurotus ostreatus* se necesita más carbono que nitrógeno, pero si hay excesiva cantidad de carbono al agotarse el nitrógeno, se disminuirá el crecimiento y reproducción del hongo. Por lo que recomienda la adición de arrocillo o salvado de trigo como suplemento orgánico de nitrógeno el cual contiene un 7,5% y 8,7% de nitrógeno en su composición, suficiente para suplir las necesidades metabólicas de este tipo de hongos.

Corroborando con lo argumentado por Torres, V. et, al. 2007, el hongo *Pleurotus Ostreatus*, necesitan carbono, nitrógeno y compuestos inorgánicos o minerales para nutrirse. Se han estudiado más de 500 sustratos posibles para el cultivo de *Pleurotus*

Ostreatus cuyas relaciones Carbono/Nitrógeno varían de 32/1 a 600/1 Verificamos que la relación Carbono/Nitrógeno en *Pleurotus* es muy versátil, casi cualquier desecho vegetal o combinaciones, son utilizables para su cultivo.

A continuación presentamos el cuadro de la separación de medias de la interacción del factor A (temperaturas) y el factor B (sustratos)

CUADRO 10. SEPARACIÓN DE MEDIAS INTERACCIÓN A X B EN EL PESO EN Kg DEL HONGO

Temperaturas	Sustratos						
	B6	B4	B5	B3	B2	B7	B1
A1	1,042	1,012	0,904	0,878	0,795	0,617	0,601
A2	1,218	1,136	1,143	1,067	0,938	0,934	0,878
Suma	2,260	2,147	2,046	1,945	1,733	1,551	1,478
Promedio	1,130	1,074	1,023	0,972	0,866	0,775	0,739
R.M.S.		4,21	4,42	4,55	4,63	4,7	4,72
D.M.S.		0,029	0,031	0,032	0,032	0,033	0,033

Fuente: Trabajo de campo. Barriga, P (2010).

$$S_x = 0.00695$$

En el cuadro 10. Analizando la interacción A x B para la variable peso del hongo en fresco encontramos que en el tratamiento A2B6 (temperatura controlada 26°C y desecho de fréjol + hojas de maíz) se obtuvo el mayor peso con 1,218Kg mientras que en el tratamiento A1B6 (temperatura ambiente 15°C y desecho de fréjol + hojas de maíz) el peso fue de 1,042 Kg. el menor peso se tuvo en el tratamiento A1B1 (temperatura ambiente 15°C y paja de cebada) 0.601 Kg.

En la siguiente figura se representa lo mencionado por el cuadro 10

Figura 22. Peso fresco en Kg. del hongo *Pleurotus ostreatus* vs. dos temperaturas y siete sustratos.

4.1.2 DIÁMETRO DE LOS CUERPOS FRUCTÍFEROS.

En el anexo 3, se presentan los resultados experimentales del diámetro del hongo

Pleurotus ostreatus bajo el efecto de los dos temperaturas y siete sustratos.

En la siguiente figura presentamos algunos de los diámetros de los cuerpos fructíferos de los hongos *Pleurotus ostreatus*



Figura 23. Diámetro del cuerpo fructífero de los hongos

El ADEVA de los diámetros de los cuerpos fructíferos del hongo *Pleurotus ostreatus* se indica en el cuadro siguiente:

CUADRO 11. ANÁLISIS DE VARIANZA (ADEVA) PARA EL DIÁMETRO DE LOS CUERPOS FRUCTÍFEROS

FV	SC	GL	CM	Fcal	F 0,05	F 0,01
Total	278,67857	27				
Tratamientos	266,17857	13				
Factor A (Temperatura)	141,75000	1	141,75	158,76**	4,6	8,86
Factor B (Sustratos)	105,428571	6	17,5714286	19,68**	2,85	4,46
Interacción AxB	19,000000	6	3,16666667	3,55**	2,85	4,46
Error experimental.	12,500000	14	0,89285714			

Fuente: Trabajo de campo. Barriga, P (2010).

$$FC = 3772.321$$

$$CV = 8.14 \%$$

En el cuadro 11. Interpretando el análisis de varianza (ADEVA) se determinó que existen diferencias altamente significativas entre las medias de los tratamientos A, B y en la interacción AxB. Por lo cual realizamos la separación de medias según Duncan para los diferentes factores.

CUADRO 12. SEPARACIÓN DE MEDIAS SEGÚN DUNCAN AL ($P > 0.01$) PARA EL FACTOR A TEMPERATURAS PARA EL DIÁMETRO DE LOS HONGOS

Tratamientos	A2	A1
Promedios	13,71	9
R.M.D.		4,21
D.M.S.		1,06

Fuente: Trabajo de campo. Barriga, P (2010).

Sx 0.253

En el cuadro 12. Observamos, los mayores diámetros de los hongos *Pleurotus ostreatus* del tratamiento A2 (temperatura controlada 26°C) con 13,71cm., tratamiento que difirió de A1 (temperatura ambiente 15°C) con 9cm. Resultados de campo logrados con un coeficiente de variación de 8.14%.

Figura 24. Diámetro del hongo *Pleurotus ostreatus* con 2 temperaturas diferentes.

Figura 24. Se indica la relación que existe entre las temperaturas aplicadas en el cultivo y diámetros alcanzados en el hongo *Pleurotus ostreatus*, destacando que existen efectos positivos en cuanto al diámetro y la temperatura controlada alcanzando un valor de 13,71cm.; mientras que en el cultivo a temperatura ambiente el diámetro del hongo es de 9 cm.

El municipio de Quito apoya a un pequeño grupo de campesinos en Guamaní en el cultivo de hongos *Pleurotus ostreatus* los mismos que indican tener problemas en la comercialización de estos hongos cuando se logra diámetros superiores a 15 cm.

Esto corrobora Mayela, J. et, al. 2005 al señalar que es necesario en la actualidad, clasificar la producción del cultivo de hongos *Pleurotus ostreatus* para consumidores minoristas y mayoristas cumpliendo las expectativas de ambos, los consumidores finales buscan mayor número de carpófagos en las diferentes presentaciones para lo cual sugiere seleccionar los hongos con el menor número de diámetro, en tanto los consumidores mayoristas buscan mayor peso sin importar el número de carpófagos. Igualmente, el mercado gourmet busca hongos con mayor diámetro para la

preparación de los platos exóticos tan cotizados.

CUADRO 13. SEPARACIÓN DE MEDIAS SEGÚN DUNCAN AL ($P > 0.01$) PARA EL FACTOR B SUSTRATOS EN EL DIÁMETRO DE LOS HONGOS

Tratamientos	B5	B3	B6	B4	B2	B7	B1
Promedios	13,8	13,5	12,25	12,8	11,5	9	8,5
R.M.S.		4,21	4,42	4,55	4,63	4,7	4,72
D.M.S.		1,989	2,088	2,150	2,187	2,221	2,230

Fuente: Trabajo de campo. Barriga, P (2010).

$$S_x = 0,4725$$

En el cuadro 13. Factor B (tipos de sustratos) se registro los mayores diámetros en los tratamientos B5 (paja de cebada + desecho de frejol) con 13.8cm. seguido B3 (desecho de frejol) con un diámetro de 13.5cm. Mientras que el tratamiento B1 (paja de cebada) fue el que reporto el menor diámetro con 8.5cm.

Figura 25. Diámetro del hongo *Pleurotus ostreatus* con siete sustratos diferentes.

En relación con la figura 25 se admite que existe diferentes efectos en cuánto al diámetro de los hongos en los diferentes sustratos, registrando diámetros entre 8.5 a 13.8 cm., respectivamente. Cabe destacar que los diámetros del sombrero fueron superiores en las primeras cosechas; mientras que en la primera y segunda cosecha fueron disminuyendo paulatinamente.

Velazco, S. et, al. 2006. Señala que los hongo *Pleurotus ostreatus* son bastante variable tanto en sus dimensiones como en su aspecto. Su tamaño varía en función de la edad y de la cantidad de sustrato que lo alimenta, encontrando hongos de hasta 2 cm de diámetro como también ejemplares que llegan a medir entre 18 y 28 cm. de diámetro.

CUADRO 14. SEPARACIÓN DE MEDIA INTERACCIÓN A x B EN EL DIÁMETRO DE LOS HONGOS

Temperaturas	Sustratos						
	B4	B6	B5	B3	B2	B7	B1
A1	11,5	11	10,5	10,5	8,5	7,5	6

A2	14	13,5	17	16,5	14,5	10,5	11
Suma	25,5	24,5	27,5	27	23	18	17
Promedio	12,75	12,25	13,75	13,5	11,5	9	8,5
R.M.S.		4,21	4,42	4,55	4,63	4,7	4,72
D.M.S.		1,99	2,09	2,15	2,19	2,22	2,23

Fuente: Trabajo de campo. Barriga, P (2010).

$$S_x = 0.472$$

En el cuadro 14. Se analizó la interacción A x B en la variable diámetro de los cuerpos fructíferos encontramos que en el tratamiento A2 B4 (temperatura controlada 26°C y paja de cebada + hojas de maíz) se obtuvo el mayor diámetro con 11,5cm mientras que en el tratamiento A1B1 (temperatura ambiente 15°C y paja de cebada) se reporto el menor diámetro con 6cm.

En la siguiente figura se representa lo mencionado por el cuadro 14

Figura 26. Diámetro en centímetros del hongo *Pleurotus ostreatus* vs. Dos temperaturas y siete sustratos.

4.1.3 NÚMERO DE CARPÓFOROS DURANTE LA COSECHAS.

Se procedieron contar el cuerpo fructífero de los hongos formado por el sombrero, el himenio y el pie después de la cosecha, en el anexo 4 se presentan los datos de cada tratamiento con los que se realizó el análisis de varianza (ADEVA)

CUADRO 15. ANÁLISIS DE VARIANZA (ADEVA) EN LOS NÚMERO DE CARPÓFOROS DURANTE LA COSECHAS

FV	SC	GL	CM	Fcal	F 0,05	F 0,01
Total	2.429,250	27				
Tratamientos	2.358,750	13				
Factor A (Temperatura)	972,321	1	972,321429	193,09**	4,6	8,86
Factor B (Sustratos)	1.303,000	6	217,166667	43,13**	2,85	4,46
Interacción Ax B	83,429	6	13,9047619	2,76	2,85	4,46
Error experimental.	70,500000	14	5,03571429			

Fuente: Trabajo de campo. Barriga, P (2010).

FC = 408255,750

CV = 1,86

En el cuadro 15. Se presenta el análisis de varianza (ADEVA) el mismo que determinó diferencias altamente significativas entre las medias de los tratamientos A, B. Por lo cual realizamos la separación de medias según Duncan para los diferentes factores.

CUADRO 16. SEPARACIÓN DE MEDIAS SEGÚN DUNCAN AL (P > 0.01) PARA EL FACTOR A TEMPERATURAS EN LOS NÚMEROS DE CARPÓFOROS

Tratamientos	A2	A1
Promedios	126,64	114,86
R.M.D.		4,21
D.M.S.		2,52

Fuente: Trabajo de campo. Barriga, P (2010).

Sx. 0.59974

En el cuadro 16. Encontramos el mayor número de carpóforos en la temperatura controlada 26°C con un número de 126.64 carpóforos, tratamiento que difiere de la temperatura ambiente 15°C, con un número de 114.86 carpóforos. Resultados experimentales logrados con un coeficiente de variación de 1.86 %

Figura 27 Número de carpóforos *Pleurotus ostreatus* con dos temperaturas diferentes.

Según Cánovas, F. et, al. 2007. El número de hongos producidos por funda no tiene tanta relación con su peso fresco, además el número de hongos producidos debe estar en un rango de 75 a 135 hongos por fundas de sustrato de 1 kg para que se pueda considerar un sustrato adecuado y rentable para su cultivo. Bajo estas consideraciones se puede decir que los sustratos empleados en esta investigación se encuentran dentro de los rangos reportados en bibliografía referentes al de número de hongos producidos por funda como se pudo observar en la figura 27, considerándolos así sustratos apropiados y rentables para la producción de este hongo. En diferentes investigaciones manifiestan que al adicionar materiales lípidos al sustrato se ha logrado incrementar del 20% al 60 % de la producción de carpóforos

CUADRO 17. SEPARACIÓN DE MEDIAS SEGÚN DUNCAN AL ($P > 0.01$) PARA EL FACTOR B SUSTRATOS EN LOS NÚMEROS DE CARPÓFOROS

Tratamientos	B6	B4	B3	B5	B2	B1	B7
Promedios	130	127,5	124,3	121,5	118,8	114	109,3
R.M.S.		4,21	4,42	4,55	4,63	4,7	4,72
D.M.S.		4,724	4,959	5,105	5,195	5,273	5,296

Fuente: Trabajo de campo. Barriga, P (2010).

Sx. = 1.12202

En el cuadro 17. Detectamos los mayores números de carpóforos en los tratamientos B6 (desecho de frejol + hojas de maíz) con 130 carpóforos, tratamiento que difiere de B7 (paja de cebada + hojas de maíz + desecho de frejol) que reportó el menor número de carpóforos con 109.25. Estas valorizaciones, se consiguieron con un coeficiente de variación de 1.86 %

Figura 28. Número de carpóforos del hongo *Pleurotus ostreatus* con siete sustratos utilizados.

En la figura 28, se observa diferentes efectos en cuanto al número de carpóforos de los hongos con los diferentes sustratos usados, registrando el mayor número de carpóforos en el tratamientos B7 (frejol + maíz) con 130 carpóforos, mientras que, el menor valor en fue para el tratamiento B7 (paja + maíz + frejol) con un valor de 109.25 carpóforos.

En los tratamientos que incluyeron mezclas fue notoria la homogeneidad en tamaño de carpóforos. El *Pleurotus ostreatus* es un hongo macromiceto, cuya particularidad es la de formar un cuerpo fructífero visible (carpóforo).

El *Pleurotus ostreatus*, posee un complejo sistema enzimático, que permite degradar moléculas de alto peso como la celulosa, lignina, quitina y taninos que se encuentran en los sustratos sobre los cuales se desarrolla, revalorizando así los desechos orgánicos.

4.1.4 EFICIENCIA BIOLÓGICA.

Es un variable importante para determinar la factibilidad de la producción del *Pleurotus ostreatus* en los diferentes tipos de sustrato a evaluar.

CUADRO 18. ANÁLISIS DE VARIANZA (ADEVA) PARA LA EFICIENCIA BIOLÓGICA

FV	SC	GL	CM	Fcal	F 0,05	F 0,01
Total	8.785	27				
Tratamientos	8.758	13				
Factor A (Temperatura)	3.064	1	3063,94321	1.587,24**	4,6	8,86
Factor B (Sustratos)	5.393	6	898,892381	465,66**	2,85	4,46
Interacción AxB	301	6	50,1740476	25,99**	2,85	4,46
Error experimental.	27	14	1,93035714			

Fuente: Trabajo de campo. Barriga, P (2010).

FC = 247351,603

CV= 1.48

En el cuadro 18. Se presenta el análisis de varianza (ADEVA) el mismo que determinó diferencias altamente significativas entre las medias de los tratamientos A, B y en la interacción AxB. Por lo cual realizamos la separación de medias según Duncan para los diferentes factores.

CUADRO 19. SEPARACIÓN DE MEDIAS SEGÚN DUNCAN AL (P > 0.01) PARA EL FACTOR A TEMPERATURAS PARA LA EFICIENCIA BIOLÓGICA

Tratamientos	A2	A1
Promedios	104,45	83,53
R.M.D.		4,21
D.M.S		

Fuente: Trabajo de campo. Barriga, P (2010).

Sx. 0.37133

En el cuadro 19. Se detectando la mayor eficiencia biológica A2 en la temperatura controlada 26°C con 104.45 % tratamiento que difiere de la temperatura ambiente 15°C con 83.53%. Resultados experimentales logrados con un coeficiente de variación de 1.48%.

Figura 30. Eficiencia biológica del *Pleurotus ostreatus* con dos temperaturas diferentes.

Para expresar el grado de producción de biomasa fúngica a partir de la biodegradación

del sustrato, el concepto generalmente aceptado es la eficiencia biológica; que es la relación en porcentaje, entre el peso fresco de hongos producidos y el peso seco de sustrato empleado, en la figura 30. Observamos la eficiencia biológica a temperatura controlada 26°C y a temperatura ambiente 15°C.

La eficiencia biológica, depende esencialmente de las características físico-químicas del sustrato a utilizar.

Según Salmones, *et al.* (2007), la calidad productiva de un sustrato se aprecia como aceptable a partir de eficiencias biológicas del 100%. Una eficiencia biológica del 100% es equivalente a decir que de un sustrato con un contenido de agua de 75%, el 25% de su peso húmedo será recogido en carpóforos frescos, cuyo contenido de agua es en promedio 90% (Duque, 1999). En términos sencillos, cada bolsa de un kilogramo de sustrato seco deberá producir 1 kilogramo de hongo fresco en total.

CUADRO 20. SEPARACIÓN DE MEDIAS SEGÚN DUNCAN AL ($P > 0.01$) PARA EL FACTOR B SUSTRATOS EN LA EFICIENCIA BIOLÓGICA

Tratamientos	B6	B4	B5	B3	B2	B7	B1
Promedios	113	107,4	102,3	97,2	86,6	77,53	73,9
R.M.S.		4,21	4,42	4,55	4,63	4,7	4,72
D.M.S.		2,925	3,071	3,161	3,216	3,265	3,279

Fuente: Trabajo de campo. Barriga, P (2010).

$$S_x = 0.6947$$

En el cuadro 20. Los mayores porcentajes de eficiencia biológica se reportaron en los tratamientos B6 (desecho de frejol + hojas de maíz) con 113%. Tratamiento que difiere de B1 (paja de cebada) que mostró un menor porcentaje de eficiencia biológica con 73.9%.

Figura 31. Eficiencia biológica del hongo *Pleurotus ostreatus* con siete sustratos diferentes.

En la figura 31. Se presenta los porcentajes de eficiencia biológica para cada sustrato. Se recomienda que solo tres cosechas sean tomadas en cuenta para determinar la eficiencia biológica del sustrato, debido a que en una cuarta cosecha las oleadas son

en lapsos de tiempo más largos, los cuerpos fructíferos son de menor tamaño provocando pérdida de tiempo y de espacio.

Según Sánchez, *et al.* 2007, al cultivar *Pleurotus ostreatus* en pulpa de café se han reportado eficiencias biológicas de 34.03 hasta 176%, de 19.9-142.6% en paja de trigo y de 14.15-146.77% en bagazo de caña de azúcar respectivamente. Esto significa que, en la eficiencia biológica incide el tipo de sustrato, pero también las condiciones extrínsecas y muchas veces otros tipos de nutrientes utilizados. Ante esto, no cabe duda que la principal tarea de los fungicultores deba ser escoger una buena semilla, un buen sustrato y lograr las condiciones ambientales óptimas de cultivo, a fin de alcanzar cada vez mayores rendimientos para aprovechar al máximo el potencial productivo del sustrato y la cepa utilizada.

CUADRO 21. SEPARACIÓN DE MEDIA INTERACCIÓN A x B EN LA EFICIENCIA BIOLÓGICA

Temperaturas	Sustratos						
	B6	B4	B5	B3	B2	B7	B1
A1	104,20	101,15	90,35	87,80	79,45	61,70	60,05
A2	121,80	113,55	114,25	106,65	93,80	93,35	87,75
Suma	226.00	214.70	204.60	194.45	173.25	155.05	147,80
Promedio	113.00	107.35	102.30	97.23	86.63	77.53	73.90
R.M.S.		4,21	4,42	4,55	4,63	4,7	4,72
D.M.S.		2,92	3,07	3,16	3,22	3,27	3,28

Fuente: Trabajo de campo. Barriga, P (2010).

En el cuadro 21. Se interpreto la interacción A x B, encontrando que en el tratamiento A2 B6 (temperatura controlada 26°C y desecho de fréjol + hojas de maíz) se obtuvo de eficiencia biológica con 121.80%, mientras que en el tratamiento A1B1 (temperatura ambiente 15°C y paja de cebada) se reporto el menor porcentaje de eficiencia biológica con 60.05%.

En la siguiente figura se representa lo mencionado por el cuadro anterior

Figura 32. Eficiencia biológica de los hongos *Pleurotus ostreatus* versus dos temperaturas y siete sustratos

4.1.5 EVALUACIÓN ECONÓMICA

La evaluación económica del proceso de inoculación se muestra en la siguiente tabla

CUADRO 22. ANÁLISIS COSTO/BENEFICIO DE LOS CUATRO MEJORES TRATAMIENTO

Concepto	A1 B4	A1 B6	A2 B5	A2 B6
Ingresos				
Venta hongos frescos (1)	20	20	22	24
Total	20	20	22	24
Egresos				
micelio (2)	2,00	2,00	2,00	2,00
tanque de gas (3)	0,62	0,62	0,62	0,62
Sustratos (4)	1,00	1,00	1,00	1,00
Fundas transparentes (5)	0,03	0,03	0,03	0,03
fundas negras (6)	0,06	0,06	0,06	0,06
guantes quirúrgicos (7)	0,50	0,50	0,50	0,50
maskarilla (8)	0,08	0,08	0,08	0,08
transporte (9)	200	2,00	2,00	2,00
imprevistos (10)	1,00	1,00	1,00	1,00
Mano de Obra (11)	10	10	10	10
Total	17,3	17,3	17,29	17,29
Utilidad (12)	2,71	2,71	4,71	6,71
Beneficio / Costo (13)	1,16	1,16	1,27	1,39

Fuente: Trabajo de campo. Barriga, P (2010).

- (1) 10 Dólares / kilogramo de hongos
- (2) 10 Dólares /kilogramo micelio 100gr.por tratamiento por 2 repeticiones 200gr. costo 2 dólares
- (3) 2.50 Dólares /tanque de gas esto se divide para los 4 tratamientos 0.62 centavos
- (4) 1 Dólar el sustrato en un promedio
- (5) 3 dólares / rollo de 200 fundas plásticas transparentes
- (6) 3 dólares / rollo de 200 fundas plásticas negras
- (7) 15 dólares la caja de 100 guantes quirúrgicos
- (8) 5 dólares el paquete de 25 mascarillas
- (9) 2 dólares el transporte
- (10) 1 dólar de imprevistos
- (11) 1 dólar la hora de mano de obra se estima unas 40 horas para toda la producción y sus etapas. Esto dividido para los cuatro tratamientos es 10 dólares por tratamiento
- (12) Ingresos – Egresos

(13) Ingresos / Egresos.

Figura 33. Beneficio costo de los 4 mejores tratamientos del cultivo de hongos *Pleurotus ostreatus*

En relación con la Figura 33, se puede observar el beneficio costo de los 4 mejores tratamientos los dos primeros son a temperatura ambiente 15°C dándonos un beneficio de 1.16 dólares a diferencia de los dos tratamientos restantes que son a temperatura controlada 26°C que nos dan un promedio de 1.33 dólares la diferencia es tan solo de 0.17 centavos de dólares a temperatura controlada.

Con estos resultados se puede decir que el cultivo de hongos *Pleurotus ostreatus* es rentable.

4.1.6 RESULTADOS DEL LABORATORIO

4.1.6.1 Resultados de los análisis químicos y físicos de los sustratos

Se envió muestras de los sustratos al laboratorio de nutrición animal y Bromatología, de la Facultad de Ciencias Pecuarias de la Escuela Superior Politécnica de Chimborazo el cual reportó los siguientes resultados. En el anexo se presenta el informe del laboratorio

Tabla 8 RESULTADO DE LOS ANÁLISIS QUÍMICOS Y FÍSICOS DE LOS SUSTRATOS

Tipo de análisis	Paja de cebada	Hojas de maíz	Cascara de frejol
Nitrógeno %	0,43	0,92	0,88
Carbono %	1,72	3,10	1,51
Lignina detergente acida %	6,9	4,01	2,8
Celulosa %	45,3	26,40	27,2
pH	5,8	6,5	5,4

Fuente: Laboratorio de nutrición animal y bromatología. (LNA) 2010

Los hongos necesitan de carbono, nitrógeno y compuestos inorgánicos como fuentes nutritivas los cuales se encuentran en los sustratos. Su principal fuentes de carbón se la celulosa, hemicelulosa, lignina, todos los materiales orgánicos que contengan esos tres elementos pueden ser usados para el cultivo de hongos *Pleurotus ostreatus* que disuelve absorbe y transforma la celulosa en un alimento para el hombre. En los resultados de los análisis que se presentó en la tabla 8. Encontramos estos elementos considerándoles sustratos idóneos para este cultivo

4.1.6.2 Resultados físicos, químicos y microbiológicos del hongo *Pleurotus ostreatus*

Los análisis de laboratorio se realizaron al mejor tratamiento que reportan los datos experimentales al tratamiento A2 B6 (temperatura controlada y Desechos del frejol 50% + hojas de maíz 50%) muestras que se enviaron al laboratorio de análisis físicos, químicos y microbiológicos de agua, alimentos, preparación de soluciones y medios de cultivos “SAQMIC” reportando los siguientes resultados. El informe del laboratorio se presenta en el anexo

Tabla 9 ANÁLISIS QUÍMICOS FÍSICOS Y MICROBIOLÓGICOS DEL HONGO *Pleurotus ostreatus*

Determinación	Unidades	Resultados
pH	Und.	5.94
Proteína en materia seca	%	4.07
Ceniza en materia seca	%	0.80
Humedad	%	93.51
Carbohidratos en materia seca	%	3
Extracto Etéreo en materia seca	%	0.15
Coliformes totales	UFC/g	Ausencia
Coliformes fecales	UFC/g	Ausencia

Frente: Servicios analíticos químicos y microbiológicos (SAQMIC) 2010

La composición química de *Pleurotus ostreatus* es muy variable depende tanto del sustrato empleado como de la especie cultivada. En la tabla 9. Observamos los resultados de los análisis del hongo *Pleurotus ostreatus*.

El cultivo de *Pleurotus ostreatus*, sobre residuos lignocelulósicos es factible, constituye un proceso de bioconversión eficiente, el que se ve reflejado en el alto nivel proteico de los hongos obtenidas, con una total ausencia de coliformes totales y fecales, resultados que reflejan un adecuado control en el desarrollo del experimento

4.2 SEGUNDO DISEÑO EXPERIMENTAL PARA LOS TIPOS DE EMBALAJE

Pertenece al comportamiento del hongo *Pleurotus ostreatus* bajo la influencia de dos tipos de embalaje

4.2.1 CAMBIOS DE COLOR DE LOS HONGOS

En el anexo tal se reporta los datos obtenidos del cambio de color con los cuales se realizó el siguiente análisis de varianza

CUADRO 23. ANÁLISIS DE VARIANZA (ADEVA) PARA EL CAMBIOS DE COLOR DE LOS HONGOS

FV	SC	GL	CM	Fcal	F0,05	F0,01
Total	1,50	5				
Tratamientos	0,17	1	0,17	0,50 NS	2,77	4,60
Error exp.	1,33	4	0,33			

Fuente: Trabajo de campo. Barriga, P (2010).

$$FC = 13.50$$

$$CV = 0.38$$

(NS) No significativo ($P > 0.01$)

En el cuadro 23. En el análisis de varianza (ADEVA) para los tratamientos (en barqueta y al vacío) no se determinó diferencias significativas entre las medias de los tratamientos, Resultados obtenidos con un coeficiente de variación de 0.38%

Figura 34. Efecto de dos sistemas de embalaje sobre el cambio de color del hongo *Pleurotus ostreatus*

Con relación al Figura 34, se puede observar que no hay diferencias significativas en el color de los hongos *Pleurotus ostreatus* encontrándose en la misma escala 1. Que significa una ausencia en cuanto al cambio del color. El mejor sistema de embalaje fue en las barquetas con un valor de 1.33 seguido del las fundas selladas al vacío tenemos un valor de 1.67.

El color es un indicador de las reacciones enzimáticas que están ocurriendo en muchos alimentos, En la mayoría de los alimentos el color se capta mediante análisis sensorial (ojos), existe una amplia gama de colores naturales de los hongos comestibles. Se han realizado estudios en los que se ha demostrado que el color no sólo es importante sino que está en consonancia con la percepción del aroma y el sabor.

Chacón S. 2001 en uno de sus estudios realizados demostró que los cambios de color del hongo están directamente relacionados con la vida útil de los mismos, demostrando cambios drásticos de color a los 10 días de su almacenamiento, teniendo un hongo no apto para el consumo

4.2.2 CAMBIO DE TEXTURA DEL HONGO

CUADRO 24. ANÁLISIS DE VARIANZA (ADEVA) PARA EL CAMBIO DE TEXTURA DEL HONGO

FV	SC	GL	CM	Fcal	F0,05	F0,01
Total	3,33	5				
Tratamientos	0,67	1	0,67	1,00 NS	2,77	4,60
Error exp.	2,67	4	0,67			

Fuente: Trabajo de campo. Barriga, P (2010).

$$FC = 32.67$$

$$CV = 0.35$$

(NS) No significativo ($P > 0.01$)

En el cuadro 24. Se presenta el análisis de varianza (ADEVA) para los tratamientos (en barqueta y al vacío) en el cual no se determinó diferencias significativas entre las medias de los tratamientos, Resultados de campo logrados con un coeficiente de variación de 0.35%

Figura 35. Efecto de dos sistemas de embalaje sobre el cambio de textura del hongo *Pleurotus ostreatus*

En la figura 35. No se encuentran diferencias estadísticas, encontramos diferencias numéricas ambos tratamientos se encuentran en la escala 2 que es una textura lisa, tersa. El mejor resultado se obtuvo aplicando las barquetas con un valor de 2 mientras que en las fundas selladas al vacío el valor fue de 2.67 que se acerca a la escala 3 textura carnosa acuosa.

La textura de los hongos comestibles se halla principalmente determinada por el contenido en agua y proporciones relativas de algunas proteínas y carbohidratos. Los cambios en la textura están producidos por la pérdida de agua

4.2.3 PÉRDIDA DE PESO DE LOS HONGOS

CUADRO 25. ANÁLISIS DE VARIANZA (ADEVA) PARA LA PÉRDIDA DE PESO DE LOS HONGOS

FV	SC	GL	CM	Fcal	F0,05	F0,01
Total	7,78	5				
Tratamientos	0,65	1	0,65	0,36	2,77	4,60
Error exp.	7,13	4	1,78			

Fuente: Trabajo de campo. Barriga, P (2010).

$$FC = 32.67$$

$$CV = 0.35$$

(NS) No significativo ($P > 0.01$)

En el análisis de varianza (ADEVA) para los tratamientos (en barqueta y al vacío) presentado en el cuadro 25. no se determinó diferencias significativas entre las medias de los tratamientos, Resultados logrados con un coeficiente de variación de 0.35%

Figura 36. Efecto de dos sistemas de embalaje sobre la pérdida de peso del hongo *Pleurotus ostreatus*

Chacón S. 2001, argumenta que la pérdida de peso de los hongos que se observa en la figura 36. Está influenciada por las tasas de respiración, que se da por la oxidación de los azúcares para obtener anhídrido carbónico, agua y energía. La velocidad con la que respiran da idea del metabolismo del tejido y se puede medir y expresar como ml de

CO₂ por kilogramo y hora. La misma que se encuentra relacionada con la vida comercial del producto. Una actividad respiratoria elevada conlleva a que el tiempo de vida útil del producto sea más corto, por cuanto también hay desprendimiento de calor ocasionando en el producto una acelerada pérdida de humedad por la transpiración, esto nos afirma que a mayor temperatura mayor es la tasa de respiración por lo tanto menor tiempo de vida útil.

La tasa de respiración de los hongos *Pleurotus* depende de la temperatura de almacenamiento, a 5°C se tiene una tasa de respiración de 35 ml CO₂/Kg.hr a 10°C se encuentra en una tasa de respiración de 55 ml CO₂/Kg.hr y a 20°C.

4.2.4 TIEMPO DE VIDA ÚTIL

CUADRO 26. ANÁLISIS DE VARIANZA (ADEVA) PARA EL TIEMPO DE VIDA ÚTIL

FV	SC	GL	CM	Fcal	F0,05	F0,01
Total	2,00	5				
Tratamientos	0,67	1	0,67	2,00	2,77	4,60
Error exp.	1,33	4	0,33			

Fuente: Trabajo de campo. Barriga, P (2010).

$$FC = 150.00$$

$$CV = 0.12$$

(NS) No significativo (P>0.01)

En el cuadro 26. Se presenta el análisis de varianza (ADEVA) para los tratamientos (en barqueta y al vacío) no existieron diferencias significativas entre las medias de los tratamientos. Resultados de campo logrados con un coeficiente de variación de 0.12% que advierten un adecuado manejo de las unidades experimentales durante el desarrollo del experimento.

Figura 37. Efecto de dos sistemas de embalaje sobre el tiempo de vida útil del hongo *Pleurotus ostreatus*

Mediante el cambio de color, textura y la pérdida de peso, y tipo de embalaje se determinó el tiempo de vida útil de los hongos *Pleurotus ostreatus*, los mismos que fueron almacenados en refrigeración.

El mejor resultado se obtuvo en las barquetas con un tiempo de vida útil de 5 días sin la utilización de ningún aditivo mientras que en las fundas selladas al vacío el tiempo de vida útil fue de 4 días.

CAPITULO V

CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES

De conformidad con los resultados experimentales logrados en el experimento, se llegaron a las siguientes conclusiones y recomendaciones

5.1 CONCLUSIONES

- El sustrato B6 (desechos del frejol 50% + hojas de maíz 50%) reportó los mejores resultados con un peso en fresco del hongo *Pleurotus ostreatus* de la cosecha de 1.129 kg., con un diámetro de 12.25 cm., con 130 carpóforos y una eficiencia biológica de 113%.
- La temperatura controlada 26°C alcanzó los mejores resultados con un peso en fresco hongo *Pleurotus ostreatus* de la cosecha de 1.044 kg., con un diámetro de 13.71cm., con 126.64 carpóforos y una eficiencia biológica de 104.45%., mientras que a temperatura.
- En la producción del hongo comestible *Pleurotus ostreatus* aplicando los tratamientos A2B6 se invirtió US\$ 17.29 con lo cual se tuvo un ingreso de US\$ 20 con un costo/beneficio de US\$ 1.39 demostrando así la rentabilidad de de la producción del hongo
- El sistema de embalaje que determino la mayor prolongación de la vida útil del hongo *Pleurotus ostreatus* fue el tratamiento C1 (barquetas de polietileno con film estirable) con 5 días, sin presentar cambios de color con una textura lisa tersa y una pérdida de peso de 13.32g.,
- Se realizó la capacitación y entrega de un manual, al sector campesino de la parroquia Cochapamba del cantón Saquisilí de la provincia de Cotopaxi transfiriendo la tecnología apropiada para el cultivo y manejo de los hongos

comestibles *Pleurotus ostreatus*, creando una alternativa de ingreso económico, en las mujeres campesinas del sector, dejando una expectativas para mejorara su alimentación, ingreso económico

5.2 RECOMENDACIONES

- Mantener un control en el tiempo de remojo que no pase de las 12 horas ya que en tiempos mayores el sustrato se empieza a descomponer y en tiempos menores de 12 horas no se permite una buena humectación debido a la resistencia natural que tiene el mismo
- Realizar la pasteurizar a 90°C por 45 minutos evitar tiempos mayores para no ocasionar un lavado de nutrientes
- Para realizar la inoculación se recomienda acondicionar un lugar, fácil de limpiar, que tenga una temperatura agradable, que esté aislado y sin corrientes de aire
- La relación sustrato y micelio debe ser del 10% en un porcentaje menor habrá un mayor tiempo para que el hongo colonice el sustrato, aumentando el riesgo de contaminación. A mayor porcentaje de micelio se acelera la colonización del sustrato sin afecta directamente el rendimiento
- La densidad con que son sembradas las fundas es un factor determinante en el buen desarrollo vegetativo del hongo. Si las fundas son llenadas con sustrato muy compactada ocurrirá un intercambio gaseoso muy deficiente produciéndose al centro una fermentación anaeróbica evitando el crecimiento del hongo en ésta área. Si por el contrario, la compactación es muy laxa quedarán muchas zonas con aire y se incorporará menos sustrato al ciclo de cultivo disminuyendo los rendimientos.
- Para mejorar el tiempo de vida útil se recomienda una inyección de gas inerte en el embalaje, se podría realizar futuras investigaciones con otros gases como

nitrógeno, óxido de etileno, ozono, óxido de propileno, etc. Para prolongar la vida comercial del hongo *Pleurotus ostreatus*.

CAPITULO VI

6.1 Resumen

Se realizó la investigación en la provincia de Cotopaxi cantón Salcedo, se estudiaron dos factores el factor A (dos temperaturas. Ambiente°C15 y controlada°C26) y el factor B (siete sustrato. paja de cebada, hoja de maíz, cáscara del frejol, y las mezclas de paja de cebada + hoja de maíz, paja de cebada + cáscara del frejol, hoja de maíz + cáscara del frejol y paja de cebada + hoja de maíz + cáscara del frejol.), con el objeto de evaluar los parámetro óptimos para el cultivo de hongos *Pleurotus ostreatus* se realizaron 14 tratamientos con 2 repeticiones, con un tamaño de la unidad experimental de 1 kilogramo de sustrato, los que fueron distribuidos bajo un diseño completamente al azar (DCA) para el ensayo bifactorial, las variables a evaluar fueron peso fresco de la cosecha, diámetro de los cuerpos fructíferos, número de carpóforos durante la cosechas, eficiencia biológica del hongo *Pleurotus ostreatus*.

En todos los resultados de las variables que se evaluaron en el Factor A se reportaron con diferencias estadísticas altamente significativas, dando el mejor resultado en el tratamiento A2 temperatura controlada 26°C con un peso en fresco del hongo de 1.044 gr, el diámetro de los cuerpos fructíferos fue de 13.71cm, el mayor número de carpóforos durante la cosechas fue de 126.64 carpóforos, y el mayor porcentaje de eficiencia biológica del hongo *Pleurotus ostreatus* 104.45%.

Factor B (Sustratos) en todos las variables que se evaluaron existieron diferencias estadísticas altamente significativas, dando los siguientes resultados, el mayor peso fresco en B6 (Frejol + maíz) con 1.129gr, el mayor diámetro de los cuerpos fructíferos en el tratamiento B5 (paja + frejol) con 13.8cm, el mayor número de carpóforos durante la cosechas en el tratamiento A6 (frejol + maíz) con 130 carpóforos, el mayor porcentaje de eficiencia biológica del hongo *Pleurotus ostreatus* el tratamiento B6 (frejol + maíz) con 113%.

Se aplicó un segundo diseño experimental para determinar el mayor tiempo de vida útil de los hongos en dos sistemas de embalaje, (sellados al vacío y barquetas) con las variables a evaluar que fueron: cambios de color, textura y pérdida de peso; con estas

variables, se determinó el tiempo de vida útil en barquetas que fue de 5 días, al vacío 4 días, resultados que no reportaron diferencias estadísticas.

El costo beneficio en el cultivo del hongo *Pleurotus ostreatus* fue de US\$ 1.39 encontrando una alta rentabilidad.

Los análisis físicos químicos realizados en los sustratos y en el hongo fresco reportaron datos que concuerdan con lo mencionado por la literatura, considerando al hongo *Pleurotus ostreatus* como alimentos nutritivos

En la parroquia Cochapamba del cantón Saquisilí provincia del Cotopaxi se realizó una capacitación transfiriendo la tecnología apropiada para el cultivo y manejo de hongos comestibles *Pleurotus ostreatus*. Se entregó un manual a los asistentes los mismos que demostraron un interés en el tema.

6.2 SUMMARY

Research was conducted in the province of Cotopaxi Canton Salcedo, two factors were studied factor A (two temperatures) and factor B (seven substrates) in order to evaluate the optimal parameter for the cultivation of fungi *Pleurotus ostreatus* were performed 14 treatments with 2 replicates, which were distributed under a two-factor complete block design random variables were to evaluate harvest fresh weight, diameter of fruiting bodies, number of fruiting bodies during the harvest, biological efficiency of the fungus *Pleurotus ostreatus*.

All results of the variables assessed in the factor A (temperature) were determined with highly significant differences, giving the following results, the highest fresh weight 1044 gr. controlled temperature, the larger diameter of the fruiting bodies in the treatment A2 (temperature controlled) to 13.71cm, the highest number of fruiting bodies during the harvest in the treatment A2 (temperature controlled) con126.64 sporocarps, and the highest percentage of biological efficiency of *Pleurotus ostreatus* mushroom A2 treatment (temperature controlled) with 104.45 %.

Factor B (substrate) all variables that were considered highly significant differences were found, giving the following results, the highest fresh weight in B6 (Beans + corn) with 1.129gr, the largest diameter of fruiting bodies in the treatment B5 (straw + bean) with 13.8cm, the highest number of fruiting bodies during treatment A6 crops (beans + corn) con130 sporocarps, and the highest percentage of biological efficiency of *Pleurotus ostreatus* mushroom B6 treatment (beans + maize) to 113%.

A second design was applied to determine the largest experimental lifetime of fungi in two packaging systems, to evaluate the variables that were changing color, texture and weight loss with these variables was determined lifespan in trays that was 5 days, 4 days vacuum, results that did not report statistical differences

CAPITULO VII

BIBLIOGRAFÍA

- ANDRADE, E. 2007 Apoyos y Servicios a la Comercialización Agropecuaria. (ASERCA), Revista claridades No.13, “La cebada en la agricultura nacional”, Perú
- ASOFEIFA, B. 2003 “Técnicas de embalaje industrial, manipulación de productos frescos.” Universidad de Heredia, vol 1
- BIOSCA, A. GARRIZ, J. TORRAES, D. 2001 “Exportación de frutas.” Edición Universidad de Baja California Vol 1,2
- BOUKHALFA, A. MAGNA, J. CANOVAS, F 2006 “Cultivos sin suelo. Hidroponía. En Técnicas de producción de frutas y hortalizas en los cultivos protegidos del Sureste español.” Ed. Instituto de la Caja Rural de Almería. Almería.
- CÁNOVAS, F. DÍAZ, J. 2007 “Cultivos sin suelo. Curso Superior de Especialización.” Ed. Instituto de Estudios Almerienses.
- CHACÓN, S. 2001 Conocimiento etnoecológico de los hongos en Plan de Palmar, Municipio de Papantla, Veracruz, México. Micol. Neotrop. Aplic. 1: 45-54.
- DÚDKA, A. WASSER A. BISKÓ. 2000 “Recomendaciones metodológicas para el cultivo industrial de hongos comestibles.”
- FERNÁNDEZ, M. AGUILAR, I. CARRIQUE R. TORTOSA, J. GARCÍA, C. LÓPEZ, M. 2008 “Sustrato y medio ambiente para el cultivo de hongos comestibles.” Consejería de Agricultura y Pesca. Junta de Andalucía.
- FERNÁNDEZ M. 2004 “Guía práctica de cultivo de setas. Instituto de Ecología” A. C.Xalapa, Veracruz, México.

- FLORES, M, 2005 Informe técnico del uso del frijol por pequeños agricultores de varios lugares de honduras. Segunda edición
- GAITAN, H. PÉREZ, R. ROSALÍA, M. 2006 “Manual Práctico del Cultivo de Hongos Setas” Editorial: Instituto de Ecología A. C.Xalapa, Veracruz, México.
- GALLEGOS, H. 2008 Tecnología para la producción de hongo ostra (*Pleurotus ostreatus*) Universidad De San Carlos De Guatemala
- GUERRERO, M. 2008 Investigador del Instituto de Ciencias de la Benemérita Universidad Autónoma de Puebla (ICBUAP). Artículo sobre “Producción mundial de hongos” Revista El Sol de Puebla fecha 21 de diciembre de
- GUEVARA, H. 2004 "Algunos aspectos importantes en la ecología de los hongos", Instituto de Ecología.
- GUZMÁN, G. 2003 “Los nombres de los hongos y lo relacionado con ellos en América Latina” Primera, co-editado entre el Instituto de Ecología, A.C. y la Comisión. Nacional para el Conocimiento y Uso de la Biodiversidad.
- GUZMÁN, G. 2005 "Los hongos en la medicina tradicional de Mesoamérica y de México" en Revista Iberoamericana de Micología.
- HERRERA, T. 2001 “El reino de los hongos. Micología básica y aplicada. Fondo de Cultura Económica. México”.
- HOFMANN, A. SOTO, V. 2003 “Plantas de los dioses. Fondo de Cultura Económica”. México.
- KOSHNY, M. 2002 “Productos desarrollados a base de Macrohongos” Edición Edit. CSS. San José, Costa Rica.
- MATA, M. 2003 “Macrohongos en Sudamérica” Vol.1. II Edición. Edit. INBio. Santo Domingo de Heredia, Costa Rica.
- MAYELA, J. ALANÍS, M., GONZÁLEZ, DE M., MARTÍNEZ, F. 2005. Calidad

proteínica de tres cepas mejicanas de setas (*Pleurotus ostreatus*). Archivos Latinoamericanos de Nutrición, 49(1): 81-85.

MUELLER, G. MATA, M. HALLING B. 2005 “Macrohongos América Latina”. Vol.2. I Edición. Edit. INBio. Santo Domingo de Heredia, Costa Rica.

NORMA DEL CODEX PARA LOS HONGOS FRESCOS CANTARELOS (Norma regional europea) CODEX STAN 40-1981

NORMA GENERAL DEL CODEX PARA LOS HONGOS COMESTIBLES Y SUS PRODUCTOS CODEX STAN 38-1981

ROJAS, E. 2004 “Envasado de productos” Ed. Printer Colombia. Vol 2,3

SOTO, V. CONRADO J Y ARIAS, A 2006 “El cultivo de las setas (*Pleurotus* spp.): una tecnología de producción de alimentos”.

TERRES, V.; ARTETXE, A.; BEUNZA, A. 2007 “Caracterización física de los sustratos de cultivo”. Revista Horticultura N° 125.

URRESTARAZU, M. 2005 “Manual de cultivo, producción y comercialización de hongos”. Ed. Servicio de Publicaciones Universidad de Almería.

ULLOA, M. 2001 “Diccionario ilustrado de micología”. Universidad Nacional Autónoma de México. México, D.F. 310 p.

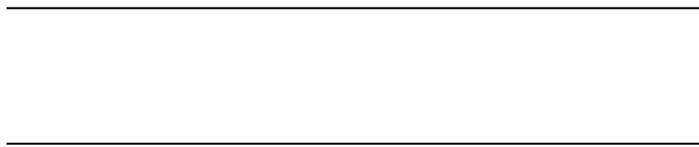
VELASCO, P. Y L. GUZMÁN-DÁVALOS. MATA, D. SALMONES, C. SOTO 2002 "El Cultivo de los hongos comestibles, con especial atención a especies tropicales y subtropicales en esquilmos y residuos agro-industriales", IPN, México

VELAZCO, S. CONRADO Y ARIAS. A. 2006 “El cultivo de las setas (*Pleurotus* spp.): una tecnología de producción de alimentos”. Ediciones Cuéllar.

VILLAREAL, L. 2003 "Análisis ecológico de la productividad natural de hongos comestibles silvestres en los bosques del Cofre de Perote, Veracruz". Tesis de

maestría, Colegio de Posgraduados.

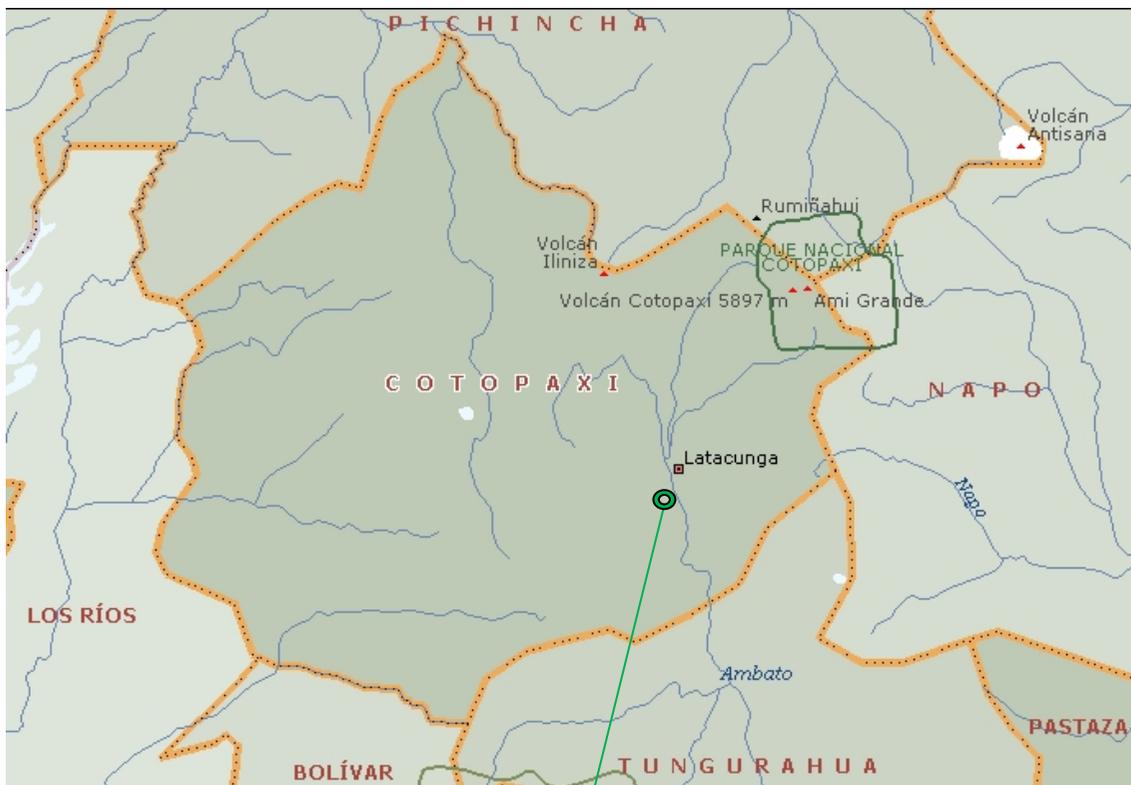
ZAMORA, C. MARTÍNEZ, M GUÍA 2007 “Tecnológica para la recolecta y la propagación del hongo blanco”. Revista Supercampo. Número 16.



ANEXO N° 1

CROQUIS DE LA PROVINCIA DE COTOPAXI

Ubicación del experimento



Fuente. Municipio de Salcedo

Campo Experimental

ANEXO N° 2

Resultados experimentales

PESO FRESCO EN KG. DE LA COSECHA DEL HONGO *Pleurotus ostreatus*.

Factor A Temperaturas	Factor B Sustratos	Repeticiones		Suma	Promedio
		I	II		
	B1	0,609	0,592	1,201	0,601
	B2	0,805	0,784	1,589	0,795
	B3	0,881	0,875	1,756	0,878
A1	B4	1,014	1,009	2,023	1,012
	B5	0,909	0,898	1,807	0,904
	B6	1,051	1,033	2,084	1,042
	B7	0,622	0,612	1,234	0,617
	B1	0,874	0,881	1,755	0,878
	B2	0,935	0,941	1,876	0,938
	B3	1,064	1,069	2,133	1,067
A2	B4	1,132	1,139	2,271	1,136
	B5	1,114	1,171	2,285	1,143
	B6	1,221	1,215	2,436	1,218
	B7	0,946	0,921	1,867	0,934
SUMA				26,317	
PROMEDIO					0,94

Fuente: Trabajo de campo. Barriga, P (2010).

ANEXO N° 3

DIÁMETRO DE LOS CUERPOS FRUCTÍFEROS DE LOS HONGO *Pleurotus ostreatus*

Factor A Temperaturas	Factor B Sustratos	Repeticiones		Suma	Promedio
		I	II		
	B1	6	6	12	6
	B2	9	8	17	8,5
	B3	11	10	21	10,5
A1	B4	12	11	23	11,5
	B5	10	11	21	10,5
	B6	10	12	22	11
	B7	8	7	15	7,5
	B1	10	12	22	11
	B2	15	14	29	14,5
	B3	16	17	33	16,5
A2	B4	15	13	28	14
	B5	18	16	34	17
	B6	13	14	27	13,5
	B7	11	10	21	10,5
SUMA				325	
PROMEDIO					11,61

Fuente: Trabajo de campo. Barriga, P (2010).

ANEXO N° 4

Resultados experimentales

NÚMERO DE CARPÓFOROS DURANTE LA COSECHA DE LOS HONGO *Pleurotus ostreatus*

Factor A Temperaturas	Factor B Sustratos	Repeticiones		Suma	Promedio
		I	II		
	B1	108	107	215	107,5
	B2	111	115	226	113
	B3	119	118	237	118,5
A1	B4	121	123	244	122
	B5	109	118	227	113,5
	B6	124	121	245	122,5
	B7	107	107	214	107
	B1	119	122	241	120,5
	B2	124	125	249	124,5
	B3	129	131	260	130
A2	B4	134	132	266	133
	B5	130	129	259	129,5
	B6	138	137	275	137,5
	B7	110	113	223	111,5
SUMA				3381	
PROMEDIO					120,75

Fuente: Trabajo de campo. Barriga, P (2010).

ANEXO N° 5

Resultados experimentales

EFICIENCIA BIOLÓGICA DE LOS HONGO *Pleurotus ostreatus*

Factor A Temperaturas	Factor B Sustratos	Repeticiones		Suma	Promedio
		I	II		
	B1	60,9	59,2	120,1	60,05
	B2	80,5	78,4	158,9	79,45
	B3	88,1	87,5	175,6	87,8
T1	B4	101,4	100,9	202,3	101,15
	B5	90,9	89,8	180,7	90,35
	B6	105,1	103,3	208,4	104,2
	B7	62,2	61,2	123,4	61,7
	B1	87,4	88,1	175,5	87,75
	B2	93,5	94,1	187,6	93,8
	B3	106,4	106,9	213,3	106,65
T2	B4	113,2	113,9	227,1	113,55
	B5	111,4	117,1	228,5	114,25
	B6	122,1	121,5	243,6	121,8
	B7	94,6	92,1	186,7	93,35
SUMA				2631,7	
PROMEDIO					93,99

Fuente: Trabajo de campo. Barriga, P (2010).

ANEXO N° 6

CAMBIOS DE COLOR DE LOS HONGO *Pleurotus ostreatus* BAJO EL EFECTO DE DOS TIPOS DE EMBALAJE

Tratamientos	Repeticiones			Suma	Promedio
	I	II	III		
En barquetas	1,00	2,00	1,00	4,00	1,33
Al vacio	1,00	2,00	2,00	5,00	1,67
Suma				9,00	
Promedios					1,50

Fuente: Trabajo de campo. Barriga, P (2010).

CAMBIOS DE TEXTURA DE LOS HONGO *Pleurotus ostreatus* EN DOS DIFERENTES TIPOS DE EMBALAJE

Tratamientos	Repeticiones			Suma	Promedio
	I	II	III		
Vacio	1,00	2,00	3,00	6,00	2,00
Barquetas	2,00	3,00	3,00	8,00	2,67
Suma				14,00	
Promedios					2,33

Fuente: Trabajo de campo. Barriga, P (2010).

PERDIDA DE PESO DE LOS HONGO *Pleurotus ostreatus* EN DOS DIFERENTES TIPOS DE EMBALAJE

Tratamientos	Repeticiones			Suma	Promedio
	I	II	III		
En barquetas	13,30	12,00	14,67	39,97	13,32
Al vacio	12,67	11,33	14,00	38,00	12,67
Suma				77,97	
Promedios					13,00

Fuente: Trabajo de campo. Barriga, P (2010).

Resultados experimentales

TIEMPO DE VIDA ÚTIL DE LOS HONGO *Pleurotus ostreatus* EN DOS DIFERENTES TIPOS DE EMBALAJE

Tratamientos	Repeticiones			Suma	Promedio
	I	II	III		
En barquetas	6,00	5,00	5,00	16,00	5,33
Al vacío	5,00	4,00	5,00	14,00	4,67
Suma				30,00	
Promedios					5,00

Fuente: Trabajo de campo. Barriga, P (2010).

ANEXO N° 7 GLOSARIO

Absorción: El pasó de sustancias nutritivas a través de la pared de las células vivas.

Adaptación: Proceso por el cual un ser vivo se acomoda al medio en que vive.

Alucinógeno: Referido especialmente a ciertas sustancias presentes en los hongos que producen alucinaciones, ocasiona sensaciones subjetivas y trastornos del comportamiento.

Antiaterogénico: Que disminuye o suprime el riesgo de contraer aterosclerosis

Antioxidante es una molécula capaz de retardar o prevenir la oxidación de otras moléculas.

Basidio: Célula especializada sobre la cual se desarrollan las esporas en forma externa; característico de los hongos del grupo Basidiomycota.

Basidiocarpo: Es el esporocarpo de unbasidiomicete, que consiste en una estructura multicelular sobre la que se dispone el himenioprodutor de esporas.

Citoquininas: Constituyen un grupo de hormonas vegetales que promueven la división y la diferenciación celular.

Celulosa es un polisacárido compuesto exclusivamente de moléculas de glucosa; es pues un homopolisacárido (compuesto por un solo tipo de monosacárido)

Especie: Organismos que comparten las mismas características reproductivas y tienen sólo un ancestro común cercano.

Esporas: Células especializadas producidas por el hongo, que son dispersadas principalmente por el viento y el agua y forman parte de la fase reproductiva del mismo.

Familia: Grupo sistemático de la clasificación taxonómica que comprende uno o más géneros afines.

Flagelo: Filamento móvil adherido a la espora que le permite desplazarse a través del agua.

Género: Grupo de especies estrechamente emparentadas. El género está incorporado al nombre científico de todas las especies pertenecientes a éste, por ej. *Amanita muscaria*, donde *Amanita* es el nombre del género.

Hemicelulosa: Es cualquier elemento de un grupo de polisacáridos que constituyen la parte principal de los componentes esqueléticos de las paredes celulares de las plantas y se parecen a la celulosa, aunque son más solubles y se extraen y descomponen con más facilidad.

Hifa: Filamento que constituye la unidad estructural y fundamental de la mayoría de los hongos.

Micelio: Fase vegetativa de los hongos, formada por una masa de hifas que se desarrolla sobre el sustrato.

Orden: Grupo sistemático que comprende una o más familias afines. Ejemplos: Cantharellales (hongos trompeta), Poriales (orejas de palo), Tremellales (hongos gelatinosos).

Pasteurización Fase en la cual se calienta el sustrato con el fin de que el inóculo pueda desarrollarse esta es la etapa crítica para el proceso productivo.

Patógeno: Organismo que ataca a otro organismo vivo y es capaz de causarle una enfermedad.

Primordio: Es el estado rudimentario en que se encuentra un órgano en formación, usualmente protegido en el interior de un arca en las Spermatophyta.

Quitina: Es uno de los componentes principales de las paredes celulares de los hongos, del resistente exoesqueleto de los artrópodos

Reino: En biología, reino es cada una de las grandes subdivisiones en que se consideran distribuidos los seres naturales, por razón de sus caracteres comunes.

Simbiosis: En biología, el término se aplica a la vida en común de dos o más organismos, con beneficio mutuo para los participantes o simbiosites.

Sustrato: Material del cual el hongo se alimentara y sobre el cual se desarrolla. Puede ser cualquier residuo pos cosecha siempre y cuando sea rico en lignina y celulosa

Taxonomía: Ciencia que se encarga de denominar, describir y clasificar a los organismos vivos.

Variación: Subdivisión de una especie con fines de clasificación taxonómica. Se usa para denotar a un grupo de individuos que es distinto genéticamente de otros grupos de individuos en la especie.

Zeatina: Es una fitohormona isoprenoídica del grupo de las citoquininas: de hecho, es la citoquinina natural que se aísla de las plantas.

COSTOS DEL PROYECTO

COSTOS DE ADECUACIÓN DEL ÁREA DEL CULTIVO

Materiales	Unidad	Cantidad	P.U.UDS	Precio Total UDS
Tubo PVC	2"	1	2.80	2.80
Codos de	2"	3	0.25	0.75
Tubo PVC	3"	1	1.40	1.40
Manguera de jardín	6 m. ½"	1	2.80	2.80
Abrazaderas	2	2	0.30	0.60
Unión de acoplamiento	½"	1	1.80	1.80
Malla	2 m.	1	6.00	6.00
Sifón	2"	1	0.40	0.40
Rejilla		1	1.20	1.20
Clavos	Lb x 2"	1	0.80	0.80
Tornillos y tacos fisher	2/2"	35	0.10	3.50
Tornillos	1/8x2"	10	0.03	0.30
Cemento	Lb.	10	0.10	1.00
Tabla triplex	40 x 53 cm.	1	2.20	2.20
Tablas cepilladas	2.40 x 0.25m	14	2.50	35.00
Plástico negro	2 x 1.20 m	1	0.60	0.60
Mano de obra	personas	3	10.00	30.00
Trasporte			5.00	5.00
Sub total				96.15

Fuente: Trabajo de campo. Barriga, P (2010).

COSTOS DEL SISTEMA DE CLIMATIZACIÓN

Material	Unidad	Cantidad	P.U UDS	Precio total UDS
Calefactor eléctrico		1	35.00	35.00
Condu Flex	4"	1	12.80	12.80
Tapón rejilla	3"	2	1.80	1.80
Adaptador del conducto	4"	1	2.00	2.00
Reductor de conducto	4"-3"	1	2.25	2.25
Te	3"	1	4.60	4.60
Papel aluminio	m.	5	0.20	1.00
Micro aspersor	3/8"	1	1.20	1.20
Manguera espaguete	1/4"x3m.	1	1.20	1.20
Transporte			10.00	10.00
Sub total				71.85

Fuente: Trabajo de campo. Barriga, P (2010).

COSTOS ESTIMADOS PARA LA PARTE PRÁCTICA DEL EXPERIMENTO

Para el cultivo

Producto	Unida	Cantidad	P.U UDS	Precio Total UDS
Micelos	Kg.	10	6.00	60.00
Sustratos	Kg	20	1.00	20.00
Fundas baja densidad	25x40 cm.	1 Paquete	3.00	3.00
Fundas negras	35 x 50 cm.	1 Paquete	3.00	3.00
Termómetro	1 a 100°C	1	15.00	15.00
Guantes quirúrgicos		10	1.00	10.00
Mascarillas		10	0.25	2.50
Papel indicador de pH		1 Caja		8.75
Rociador	Ltr.	1	1.50	1.50
Alcohol	Ltr.	1	2.24	2.24
Aza de siembra		1	2.80	2.80
Tanque de gas	15 Kg.	1	2.50	2.50
Capacitación de 3 h.				130
Artículos de limpieza				8.00
Transporte				50.00
Sub total				319.29

Fuente: Trabajo de campo. Barriga, P (2010).

Para el embalaje

Producto	Cantidad	Precio total Uds
Bandeja pos cosecha plásticas	1	5.50
Fundas de polietileno	1 paquete	20.00
Barqueta de espuma de Poliestireno	1 paquete	25.00
Film estirable para alimentación	1 rollo	10.00
Sub total		60.50

Fuente: Trabajo de campo. Barriga, P (2010).

Equipos a usar

Equipos	Capacidad	Cantidad	Precio total uds
Balanza digital	2000gr.	1	50.84
Balanza mecánica	20 Kg.	1	33.60
Selladora al vacío	3 Kg.	1	150.99
Transporte			20.00
Sub total			255.43

Fuente: Trabajo de campo. Barriga, P (2010).

COSTO ESTIMADO DE MATERIALES DE OFICINA

Materiales	Costos
Internet	50.00
Cartuchos de impresora negro	28.00
Cartuchos de impresora colores	33.00
Camara diital	180.00
Flash memory	20.00
Regma de papel bom	5.00
Anillados de documentos	20.00
Etiquetero	1.80
Empastados	65.00
Materiales de escritorio	10.00
Recargas automáticas de celular.	80.00
Sub total	492.80

Fuente: Trabajo de campo. Barriga, P (2010).

COSTO ESTIMADO DE ANÁLISIS EN LABORATORIO

Se enviara muestras a un laboratorio los análisis básicos.

Análisis	Precio unitario
Análisis de los sustratos	195
Análisis de los hongos	80
Sub total	275

Fuente: Trabajo de campo. Barriga, P (2010).

COSTO TOTAL DEL PROYECTO

Costos de adecuación del área del cultivo	96.15
Costos del sistema de climatización	71.85
Costo de parte práctica del experimento	635.22
Costo de materiales de oficina	491.80
Costo de análisis en laboratorio	275.00
Sub total	1570.02
Imprevistos 3%	47.10
Total general	1617.12

Fuente: Trabajo de campo. Barriga, P (2010).

**NORMA DEL CODEX PARA LOS HONGOS FRESCOS CANTARELOS
(NORMA REGIONAL EUROPEA)**

CODEX STAN 40-1981

1. ÁMBITO DE APLICACIÓN

Esta norma se aplica a los hongos comestibles silvestres de la especie *Cantharellus cibarius*, suministrados frescos después de escogidos y envasados.

2. DESCRIPCIÓN

2.1 Definiciones de los defectos

2.1.1 Se entiende por *hongos dañados* los hongos a los que les falta más de 1/4 del sombrerete.

2.1.2 Se entiende por *hongos aplastados* las partes de hongos que pasan por un tamiz de malla de 15 x 15 mm.

2.1.3 Se entiende por *hongos echados a perder* los hongos parduscos o podridos como consecuencia del ataque de microorganismos y/o mohos.

2.1.4 Se entiende por *hongos dañados por larvas* los hongos que tienen agujeros producidos por larvas.

2.1.5 Se entiende por *hongos gravemente dañados por larvas* los hongos que tienen cuatro o más agujeros producidos por larvas.

2.1.6 Se entiende por *impurezas orgánicas de origen vegetal* la presencia de otros hongos comestibles, partes de plantas como pueden ser hojas, agujas de pino, etc.

2.1.7 Se entiende por *impurezas minerales* las sustancias que, después de extraídas las cenizas, quedan como residuos insolubles en ácido clorhídrico.

3. FACTORES ESENCIALES DE CALIDAD

- 3.1 Los cantarelos frescos deberán ser frescos en su aspecto, de color amarillo claro a amarillo oscuro, estar sanos, es decir, no echados a perder, estar prácticamente exentos de daños producidos por larvas, ser firmes en lo posible, estar enteros, es decir, indemnes, estar limpios, es decir, prácticamente exentos de impurezas orgánicas y minerales, estar exentos de olor y sabor impropios, estar exentos de humedad excesiva, y ser capaces de soportar el transporte y la manipulación.
- 3.2 El diámetro de los sombreretes de los cantarelos frescos será de no menos de 10 mm y no más de 65 mm.

3.3 Clasificación para tamaños

Los cantarelos podrán clasificarse según su tamaño, determinado por el diámetro del sombrerete. Si se han clasificado, la diferencia entre los sombreretes menores y los mayores no deberá exceder de 20 mm en el mismo envase.

3.4 Tolerancias para los defectos

- 3.4.1 Se permite un total de 15% m/m de cantarelos que no satisfagan los requisitos enumerados en las subsecciones 3.1, 3.2 y 3.3.
- 3.4.2 Dentro de la tolerancia permitida en la subsección 3.4.1, se aplicarán las siguientes tolerancias individuales:

Defectos Tolerancias

Impurezas minerales no más de 1% m/m

Impurezas orgánicas no más de 0,3% m/m

Hongos aplastados no más de 2% m/m

Hongos dañados por larvas no más de 6% m/m de daño total, incluyendo no más de 2% m/m de daños graves

4. HIGIENE

- 4.1 Se recomienda que el producto regulado por esta norma se prepare y manipule de conformidad con las secciones correspondientes del Código Internacional Recomendado de Prácticas - Principios Generales de Higiene de los Alimentos (CAC/RCP 1-1969), y con los demás Códigos de Prácticas recomendados por la Comisión del Codex Alimentarius que sean aplicables para este producto.
- 4.2 En la medida compatible con las buenas prácticas de fabricación, el producto estará

exento de materias objetables.

4.3 Analizado con métodos adecuados de muestreo y examen, el producto:

- Deberá estar exento de microorganismos en cantidades que puedan constituir un peligro para la salud;
- Deberá estar exento de parásitos que puedan representar un peligro para la salud; y no deberá contener, en cantidades que puedan representar un peligro para la salud, ninguna sustancia originada por microorganismos.

5. ENVASADO Y PRESENTACIÓN

5.1 Uniformidad

Los envases de una misma partida (canastillas de tejido vegetal fibroso, pequeñas cajas de listones) deberán contener hongos del mismo tipo comercial (clasificados por tamaños o no) y tener un peso neto uniforme.

5.2 Envasado

Las canastillas de tejido vegetal y las cajas de madera o de cartón, deberán permitir el libre paso del aire y asegurar una protección adecuada durante el transporte. Cualquier papel u otro material que se utilice en el interior del envase deberá ser nuevo e inocuo para la salud humana. Los hongos no deberán entrar en contacto con las inscripciones impresas en el envase.

5.3 Presentación

Los hongos se envasan a granel.

6. ETIQUETADO

Además de los requisitos que figuran en la Norma General del Codex para el Etiquetado de los Alimentos Preenvasados (CODEX STAN 1-1985), se aplicarán las siguientes disposiciones específicas:

6.1 Nombre del producto

El producto deberá designarse de ambas formas: "Cantarelos" y "*Cantharellus cibarius*".

7. METODOS DE ANALISIS Y MUESTREO

Véase textos relevantes del Codex sobre métodos de análisis y muestreo

ANEXO 10.-

ANÁLISIS DE LABORATORIO EN LA MATERIA PRIMA SUSTRATOS



ESCUELA SUPERIOR POLITECNICA DE CHIMBORAZO

FACULTAD DE CIENCIAS PECUARIAS

LABORATORIO DE NUTRICION ANIMAL

Dirección : Km. 1 Panamericana Sur - Telefax: (03) 2998231

REPORTE DE ANALISIS

PROPIETARIO:	Srta. Paulina Barriga
FECHA DE LLEGADA:	14/07/2010
FECHA DE ENTREGA:	20/07/2010
CLASE DE MUESTRA:	Subproductos
ORIGEN DE LA MUESTRA:	Latacunga
EMPRESA:	
Descripción	Código
Cáscara de Frejol	Rsp-7045
Tamo de Cebada	Rsp-7046
Maíz Entero	Rsp-7047

REPORTE DE ANALISIS

Tipo Análisis	Rsp-7045	Rsp-7046	Rsp-7047
Nitrógeno %	0,88	0,43	0,92
Carbono %	1,51	1,72	3,10
Lignina Detergente Acida %	2,8	6,9	4,01
Celulosa %	27,2	45,3	26,40
pH	5,4	5,8	6,5

Ing. Patricio Guevara

JEFE LABORATORIO DE NUTRICION ANIMAL
Y BROMATOLOGÍA - FCP - ESPOCH



ANEXO 11.-

ANÁLISIS DE LABORATORIO EN EL HONGO FRESCO



Contáctanos: 093387300 - 032942022 ó 093806600 – 032360260
Av. 11 de Noviembre y Milton Reyes Riobamba – Ecuador

INFORME DE ANALISIS QUIMICO MICROBIOLÓGICO

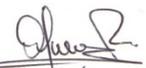
CODIGO 092-10

Solicitado por: Srta. Paulina Barriga
Fecha de análisis: 7 de junio de 2010
Fecha de entrega de resultados: 10 de junio de 2010
Tipo de muestras: Hongos frescos Pleurotus
Localidad: Latacunga

Determinaciones	Unidad	Resultados
pH	Und.	5.94
Proteína en materia seca	%	4.07
Cenizas en materia seca	%	0.80
Humedad	%	93.51
Carbohidratos en materia seca	%	3%
Extracto Etéreo materia seca	%	0.15
Coliformes Totales	UFC/g	Ausencia
Coliformes Fecales	UFC/g	Ausencia

Observaciones: Métodos de determinación gravimétricos y volumétricos.

ATENTAMENTE


Dra. Gina Álvarez Reyes




Dra. Fabiola Villa

Nota: El informe solo afecta a las muestras sometidas a ensayo

ANEXOS 12

FOTOGRAFÍAS

Pasteurización del sustrato



Enfriamiento del sustrato



Siembra del hongo *Pleurotus ostreatus* en fundas



Producción a temperatura controlada



Hongos *Pleurotus ostreatus*



Hongos *Pleurotus ostreatus* listos para la cosecha



Producción a temperatura Ambiente



Hongos *Pleurotus ostreatus* a temperatura ambiente



Cosecha del hongo *Pleurotus ostreatus*



Sellado al vacío del hongo *Pleurotus ostreatus*



Capacitación a un grupo de mujeres de Cochapamba del cantón Saquisilí



Anexo 13

Manual para el cultivo de hongos

Pleurotus ostreatus



Paulina Barriga

Los hongos son organismos que han superado la vida unicelular y se desarrollan solamente a nivel de tejidos, sin llegar a formar órganos diferenciados. Estos seres carecen de clorofila, los hongos se consideran como el segundo grupo más grande de organismos en la biosfera después de los insectos, y se estiman en un rango entre 10 y 80 millones.

CICLO DE VIDA

La reproducción de los hongos se realiza de forma natural mediante esporas. No hay que confundir esporas con semillas aunque su función sea semejante. En los vegetales, la información genética está depositada íntegramente en una misma semilla; en los hongos la información genética está dividida entre esporas que portan información genética positiva (+) y esporas que portan información genética negativa (-). (Soto V. et, al. 2006)

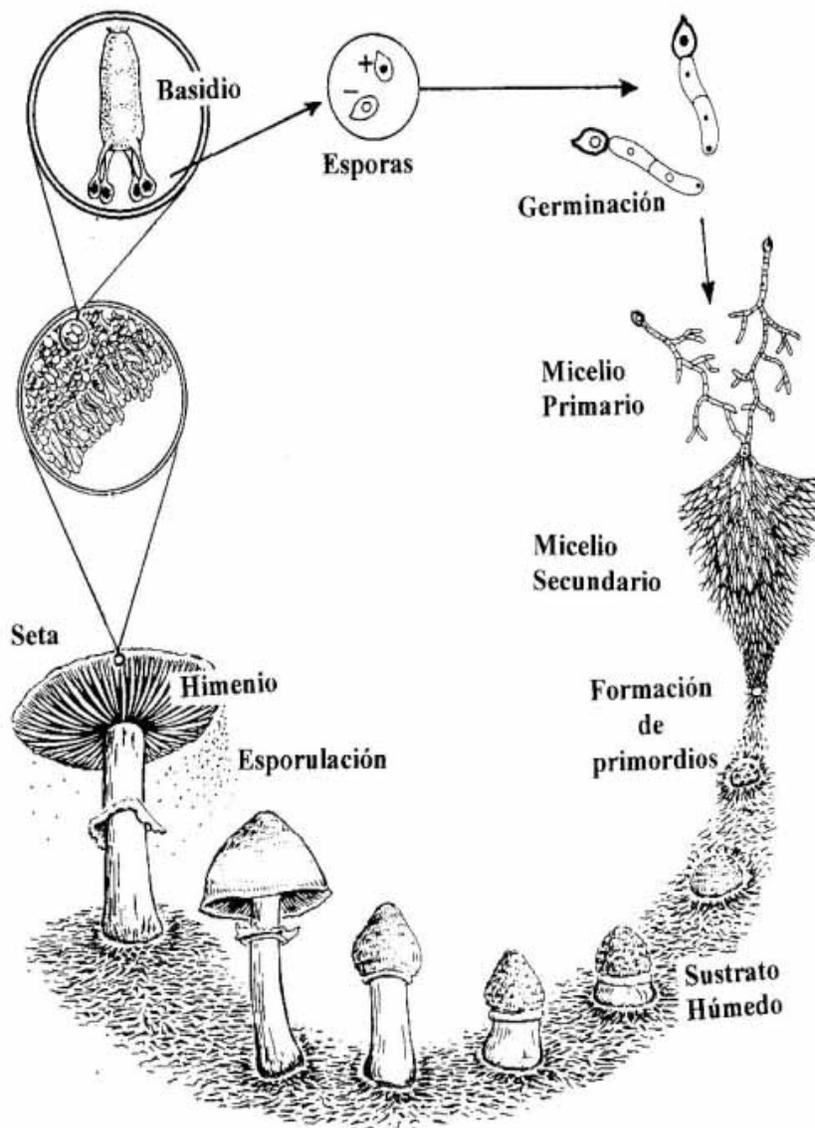
Las esporas en las setas dentro de unas células llamadas “basidios”. Todas las setas producen al llegar su madurez millones de esporas.

Para entender de una forma elemental la reproducción de los hongos vamos a seguir la evolución de dos esporas “con suerte” a las que denominaremos espóra positiva (+) y espóra negativa (-). Una vez diseminadas estas esporas en la naturaleza, si las condiciones de humedad, temperatura y sustrato adecuado les son favorables germinan y se desarrollan a partir de ellas unos filamentos llamados “hifas”. El conjunto de estas hifas constituye el “micelio primario” de cada espóra. (Soto V. et, al. 2006)

Los micelios primarios resultantes (m+) y (m-) tienen la peculiaridad de no producir aparatos reproductores (setas) y por lo tanto son estériles. Pero si por casualidad en un mismo sustrato germinan dos esporas de la misma especie y de signo contrario, sus respectivos micelios primarios se unen “sexualmente” (se fusionan los citoplasmas de las células pero no sus núcleos), formando células dicarióticas (+,-) el resultado es un “micelio secundario”. Si este micelio secundario consigue extenderse ampliamente en el sustrato y las condiciones climatológicas siguen siendo favorables, se desarrollará finalmente el

aparato reproductor de la especie al cual conocemos vulgarmente con el nombre de “seta”.

En el himenio de las setas se originan de nuevo los basidios (o las ascas) y en estas células se formarán de nuevo las esporas. Al llegar la seta a su madurez las esporas caerán de los basidios o saldrán de las ascas para, potencialmente, comenzar un nuevo ciclo vital del hongo. (Soto V. et, al. 2006)



Ciclo vital de una seta saprofita

Descripción de *Pleurotus ostreatus*

La palabra *Pleurotus* viene del griego “pleuro”, que significa formado lateralmente o en posición lateral, refiriéndose a la posición del hongo; *ostreatus* en latín quiere decir en forma de ostra y en este caso se refiere a la apariencia y al color del cuerpo fructífero, este tipo de hongo es conocido también como el hongo ostra.

PROPIEDADES NUTRICIONALES *Pleurotus ostreatus*

Su valor nutricional es muy bueno, contienen una apreciable cantidad de carbohidratos que no son del tipo de los almidones (los que engordan), su contenido de fibra dietética, es también alto, sobretodo de quitina, un polisacárido con propiedades excepcionales en cuanto a que puede absorber fácilmente las grasas en el tracto digestivo.

PROPIEDADES MEDICINALES DEL *Pleurotus*

Los hongos con propiedades medicinales que más comúnmente pueden encontrarse en el mercado, son los *Pleurotus*,

Efectos antitumorales es decir, se ha comprobado que estos hongos son capaces de retardar y disminuir el tamaño de algunos tipos de tumores, además de prevenir la formación de estos, también demostrándose que tiene

Efectos antivirales

Efecto antiinflamatorio

Control del colesterol

Efecto antihipertensión

Efecto antioxidante

Propiedades de los hongos vitales

	Trametes versicolor (Kawaratake)	Pleurotus ostreatus (Hiratake / Pearl Oyster)	Phellinus ostreatus (Mesmakobu / Song gen)	Lentinula lintheus (Shiitake)	Merizium edodes (Yamabushitake / Lion's Mane)	Grifoia erinaceus (Maitake / Hen of the Woods)	Ganoderma lucidum (Reishi / Ling Chi)	Flammulina elutipies (Tochukaso)	Cordyceps sinensis (Himematsutake)	
●			●	●	●	●		●	●	Alergias
●			●	●	●	●		●	●	Anorexia / bulimia
●			●	●	●	●		●	●	Ansiedad
●	●	●	●	●	●	●	●	●	●	Anti-bacterias
●	●		●	●	●	●	●	●	●	Anti-cándida
●	●		●	●	●	●	●	●	●	Anti-inflamatorio
●	●		●	●	●	●	●	●	●	Anti-oxidante
●	●	●	●	●	●	●	●	●	●	Anti-viral
●	●		●	●	●	●	●	●	●	Artritis
●	●		●	●	●	●	●	●	●	Asma
●	●	●	●	●	●	●	●	●	●	Cansancio / fatiga
●	●	●	●	●	●	●	●	●	●	Cáncer
●	●		●	●	●	●	●	●	●	Cirrosis
●	●		●	●	●	●	●	●	●	Circulación
●	●		●	●	●	●	●	●	●	Colestérol
●	●		●	●	●	●	●	●	●	Corazón-cardiovascular
●	●	●	●	●	●	●	●	●	●	Depresión / tristeza
●	●		●	●	●	●	●	●	●	Diabetes
●	●		●	●	●	●	●	●	●	Enfermedades hígado
●	●		●	●	●	●	●	●	●	Enfermedades estómago
●	●		●	●	●	●	●	●	●	Estrés / tensión
●	●		●	●	●	●	●	●	●	Fibromialgia
●	●		●	●	●	●	●	●	●	Gastritis
●	●		●	●	●	●	●	●	●	Gota
●	●	●	●	●	●	●	●	●	●	Hepatitis
●	●	●	●	●	●	●	●	●	●	Hipercolesterolemia
●	●		●	●	●	●	●	●	●	Hipertensión
●	●		●	●	●	●	●	●	●	Impotencia sexual
●	●	●	●	●	●	●	●	●	●	Infecciones virales
●	●	●	●	●	●	●	●	●	●	Inmunomodulador
●	●		●	●	●	●	●	●	●	Intestino (flora)
●	●		●	●	●	●	●	●	●	Insomnio
●	●		●	●	●	●	●	●	●	Menopausia
●	●		●	●	●	●	●	●	●	Menstruación, molestias
●	●		●	●	●	●	●	●	●	Migraña
●	●		●	●	●	●	●	●	●	Pérdida de memoria
●	●		●	●	●	●	●	●	●	Piel (neurodermitis)
●	●		●	●	●	●	●	●	●	Problemas nerviosos
●	●		●	●	●	●	●	●	●	Problemas pulmonares
●	●		●	●	●	●	●	●	●	Problemas renales
●	●	●	●	●	●	●	●	●	●	Problemas sexuales
●	●	●	●	●	●	●	●	●	●	Quimio/radioterapia
●	●	●	●	●	●	●	●	●	●	Reumatismo
●	●		●	●	●	●	●	●	●	Tinnitus
●	●	●	●	●	●	●	●	●	●	Tumores (cáncer)
●	●	●	●	●	●	●	●	●	●	SIDA / VIH
●	●		●	●	●	●	●	●	●	Sobrepeso

ENFERMEDADES

CULTIVO DE *Pleurotus ostreatus*

El cultivo de hongos comestibles es un proceso que permite liberar el recurso tierra ya que permite obtener grandes producciones en relativamente poco espacio. Optimiza el uso del agua (en comparación con otras actividades productivas primarias, se necesitan solo 28 litros de agua para producir un kg de hongos, 500 litros para producir 1 kg de papa y cerca de 100000 litros de agua para producir un kg de carne de res); y energía, porque hace poco uso de estos recursos (Cánovas F. et, al. 2007)

El cultivo del *Pleurotus*, es simple y requiere de poca inversión inicial. El sistema más común de siembra es en bolsas. Como sustrato se puede usar casi cualquier elemento que contenga celulosa: pajas, aserrines, subproductos de los cultivos de café, algodón, arroz, maíz, frejol, papa, cereales etc. (Cánovas F. et, al. 2007)

CULTIVO EN BOLSAS

Sustratos ideales para el cultivo del hongo *Pleurotus ostreatus*

Un sustrato es todo material sólido distinto del suelo, natural, de síntesis o residual, mineral u orgánico, que, colocado en un contenedor, en forma pura o en mezcla, permite un armazón soporte físico a las setas, que les permita enraizar y mantenerse erguidas, y proporcionarles agua (H₂O), oxígeno (O₂) y nutrientes esenciales para mantener en equilibrio del metabolismo y la fisiología vegetal, desempeñando, por tanto, un papel muy importante. (Terres V. et, al. 2007)

En general, *Pleurotus ostreatus* se cultiva en materiales lignocelulósicos, los cuales constituyen los compuestos orgánicos más abundantes del planeta, lo más común es que se cultiven en residuos agrícolas ricos en estos compuestos. Es bastante larga la lista de materiales que se pueden emplear como sustrato básico para la producción de *Pleurotus ostreatus*

1. Selección de sustratos (desechos agroindustriales)



2. Preparación del sustrato (humectación y pasteurización desecho)



3. **Siembra** Introducir en la bolsa una capa de sustrato, presionándola y añadir semillas inoculadas. Esta operación se repite 4 veces



4. **Incubación** (crecimiento vegetativo) mantener en una completa oscuridad, la humedad relativa apropiada es del 75 a 80%; Al cabo de 30 a 40 días el micelio habrá invadido todo el sustrato, observándose las bolsas blanquecinas.



5. **Inducción** (fase reproductiva) Inducir significa provocar un cambio de condiciones ambientales este cambio se provoca, aumentando la iluminación.
6. **Fructificación.** Se deberá cumplir las siguientes condiciones: Humedad: 85-95%
Temperatura: rangos de 25°C a 27°C Iluminación: 12 horas al día



7. **Cosecha** Puede cosechar cuando el sombrero se encuentre totalmente extendido, antes de que el borde comience a enrollarse hacia arriba.



8. Pos cosecha Los hongos deberán ser enfriados a temperaturas de almacenamiento de 8 a 10 °C en empaques y pesos comerciales, de tal forma se reduce la pérdida de humedad y preserva la calidad del hongo. En los empaques

PLAGAS

Colémbolos.- Son insectos diminutos sin alas que forman pequeñas galerías, secas y de sección oval en la carne de los hongos. Se encuentran en gran cantidad entre las laminillas que hay bajo el sombrero de las setas.

Dípteros.- El daño lo causan sus larvas que se comen las hifas del micelio, hacen pequeñas galerías en los pies de las setas y luego en los sombreros. (Fernández M 2004)

ENFERMEDADES

Telaraña.- Los filamentos de este hongo crecen rápidamente y se extienden sobre la superficie del sustrato y de las setas, cubriéndolas con un moho blanquecino, primero ralo y luego denso y harinoso. Esta enfermedad aparece con humedad excesiva, el calor y la escasa ventilación.

Pseudomonas tolaasii (P. fluorescens). Esta bacteria ataca en cualquier fase del cultivo, desde el micelio en incubación a las setas ya formadas, disminuyendo o anulando la producción. En los sombreros de los ejemplares enfermos aparecen zonas de tamaño variable de color amarillo-pardusco o anaranjado, acaban pegajosos y si la temperatura y humedad son altas, se pudren pronto y huelen mal. Para su control se aconseja procurar evitar el exceso de humedad, la adición de sustancias nitrogenadas y el calor.

CONTROL FITOSANITARIO DE PLAGAS Y ENFERMEDADES

Para el control de las plagas, colémbolos y de dípteros se recomiendan medidas preventivas

como emplearse distintos insecticidas: diazinón en polvo mezclado con el sustrato, nebulizaciones con endosulfán o diclorvos, etc.

Para el control de las enfermedades como telaraña se deben cubrir con cal viva en polvo, sal, formalina 2% o soluciones de benomyl las zonas afectadas. Para *Pseudomonas tolaasii* (*P. fluorescens*) se puede añadir hipoclorito sódico al agua de riego, solución de formalina al 0,2-0,3%, formol u otros productos.

PROCESAMIENTO Y CONSUMO

El consumo de los hongos comestible es una tendencia que está aumentando cada día más, tanto por sus cualidades medicinales, como por su delicioso y delicado sabor muy apreciado por los chef de la alta cocina internacional. La industria de hongos exóticos a nivel mundial ha tenido un notable desarrollo durante los últimos 32 años, ya que su producción mundial creció más de 17 veces y su tendencia es creciente. Esto representa para nuestro país una gran oportunidad comercial ya que es un país agro-forestal y a su vez un desafío debido a que es un producto no tradicional y podría representar un beneficio en la balanza comercial.

Productos desarrollados a base de hongos

Salmuera	Deshidratado	Condimentos	Bebidas de hongos
Extractos	Infusiones en aceite	Hongos en polvo	Salsas, aderezos
Pastas	salsas para pasta	Suplementos dietéticos	
Otros productos no alimentarios			

SISTEMAS DE EMBALAJE PARA PRODUCTOS FRESCOS

Los hongos continúan respirando, después de la cosecha la tasa de respiración de los hongos *Pleurotus ostreatus* es tres veces mayor que la mayoría de frutas; la respiración produce cambios en la textura se altera a medida que pierde su firmeza y su carne se oscurece, teniendo una vida de anaquel muy corta por lo que requiere un sistema de

embalaje que mejore el tiempo de vida útil proteger los productos del daño mecánico, de la contaminación química, microbiana, del oxígeno, el vapor de agua y la luz, en algunos casos.

