



UNIVERSIDAD TÉCNICA DE AMBATO

Facultad de Ciencia e Ingeniería en Alimentos

“Empleo de los desechos del procesamiento del brócoli (*Brassica oleracea Itálica*) generados en la industria PROVEFRUT S. A y desechos forestales de Eucalipto (*Eucaliptus globulus*) generados en la provincia de Cotopaxi para la producción de setas Shiitake (*Lentinula edodes*)”

Estudio de investigación previo a la obtención del título de Ingeniero en Alimentos, otorgado por la Universidad Técnica de Ambato a través de la Facultad de Ciencia e Ingeniería en Alimentos. Modalidad Tutorial.

Por: **PATRICIO FERNANDO PAZMIÑO RAMOS**

Ambato-Ecuador

2010

DECLARATORIA DE AUTENTICIDAD

Declaro que el estudio enmarcado en el diseño de la investigación que presenta el Sr. PATRICIO FERNANDO PAZMIÑO RAMOS como tesis es absolutamente original, autentico y personal.

En virtud declaro que el contenido, las conclusiones y los efectos legales y académicos que se desprenden del trabajo de propuesto de investigación y luego de la redacción de tesis son y serán de mi sola y exclusiva responsabilidad legal y académica de su autor.



Ing. Darío Velasteguí
Director de Tesis

AGRADECIMIENTO

A mi madre, mi hermana y hermano por ser parte de mí.

A la Universidad Técnica de Ambato, Facultad de Ciencia e Ingeniería en Alimentos, prácticamente mi hogar durante todos esos extraordinarios años.

A la Unidad Operativa de Investigación en Tecnología de Alimentos (UOITA) por facilitar este estudio de investigación.

A la empresa PROVEFRUT S. A. por el financiamiento otorgado.

A mis profesores Mario Álvarez, Mario Paredes, Cesar Gérman, Darío Velasteguí por su gran conocimiento.

A mis tíos y primos por la compañía, gracias Rubén por ser mi gran amigo.

A todos mis compañeros-amigos de la FCIAL, muchos éxitos, gracias por todo lo vivido los llevo en mi corazón.

A mis amigos Bolívar, Jhonny y David por mantener la confianza a pesar de la distancia.

A Cinthya y Jonny Páez por haber compartido juntos todas aquellas experiencias, tristezas y alegrías lejos de nuestra tierra.

A Eduardo y Cristina por el apoyo brindado.

Un agradecimiento especial a Elizabeth por el cariño y la paciencia incondicional.

DEDICATORIA

*Para María Mercedes Terán con todo el amor del mundo.
Dios, mi familia y mi país inspiraron estas vivencias.*

F.P.

INDICE GENERAL

DECLARATORIA DE AUTENTICIDAD.....	II
AGRADECIMIENTO.....	III
DEDICATORIA.....	IV
INDICE GENERAL.....	V
INDICE DE ANEXOS.....	VIII
RESUMEN.....	XVIII
CAPITULO 1.....	- 1 -
EL PROBLEMA.....	- 1 -
1.1 TEMA DE INVESTIGACIÓN.....	- 1 -
1.2 PLANTEAMIENTO DEL PROBLEMA.....	- 1 -
1.2.1 Contextualización.....	- 1 -
1.2.2 Análisis Crítico.....	- 2 -
1.2.3 Prognosis.....	- 3 -
1.2.4 Formulación del problema.....	- 3 -
1.2.5 Interrogantes (subproblemas).....	- 3 -
1.2.6 Delimitación del objeto de la investigación.....	- 4 -
1.3 JUSTIFICACIÓN.....	- 5 -
1.4 OBJETIVOS.....	- 7 -
1.4.1 Objetivo General:.....	- 7 -
1.4.2 Objetivos Específicos:.....	- 7 -
CAPITULO 2.....	- 8 -
MARCO TEORICO.....	- 8 -
2.1 ANTECEDENTES INVESTIGATIVOS.....	- 8 -
2.1.1 Sustratos.....	- 8 -
2.1.2 Setas.....	- 14 -
2.2 FUNDAMENTACIÓN FILOSÓFICA.....	- 37 -
2.3 FUNDAMENTACIÓN LEGAL.....	- 38 -
2.3.1 Acuerdo Ministerial.....	- 38 -
2.3.2 Norma General del Codex.....	- 38 -
2.4 CATEGORÍAS FUNDAMENTALES.....	- 39 -
2.4.1 Marco Conceptual: Variable Independiente.....	- 39 -
2.4.2 Marco Conceptual: Variable Dependiente.....	- 39 -
2.5 HIPÓTESIS.....	- 39 -
2.6 SEÑALAMIENTO DE VARIABLES.....	- 40 -
2.6.1 Variable independiente.....	- 40 -
2.6.2 Variable dependiente.....	- 40 -
CAPITULO 3.....	- 41 -
METODOLOGÍA.....	- 41 -
3.1 MODALIDAD BÁSICA DE LA INVESTIGACIÓN.....	- 41 -
3.1.1 Diseño experimental.....	- 41 -
3.1.2 Método.....	- 42 -

3.2	NIVEL O TIPO DE INVESTIGACIÓN.....	- 44 -
3.3	POBLACIÓN Y MUESTRA.....	- 44 -
3.4	OPERACIONALIZACIÓN DE VARIABLES	- 45 -
3.4.1	Operacionalización de la variable independiente.....	- 45 -
3.4.2	Operacionalización de la variable dependiente.....	- 45 -
3.5	PLAN DE PROCESAMIENTO DE LA INFORMACIÓN.....	- 46 -
3.5.1	Recolección de Datos.....	- 46 -
3.5.2	Respuestas experimentales.....	- 46 -
3.5.3	Análisis de los resultados.....	- 47 -
CAPITULO 4.....		- 51 -
ANÁLISIS E INTERPRETACIÓN DE RESULTADOS.....		- 51 -
4.1	INTERPRETACIÓN DE DATOS.....	- 51 -
4.1.1	Peso de las setas Shiitake (<i>Lentinula edodes</i>) cosechadas en los diferentes tratamientos.....	- 51 -
4.1.2	Número de setas Shiitake (<i>Lentinula edodes</i>) cosechadas en los diferentes tratamientos.....	- 52 -
4.1.3	Rendimiento (%) de la primera cosecha de las setas Shiitake (<i>Lentinula edodes</i>) en los diferentes tratamientos.....	- 54 -
4.1.4	Rendimiento (%) de la segunda cosecha de las setas Shiitake (<i>Lentinula edodes</i>) en los diferentes tratamientos.....	- 55 -
4.1.5	Rendimiento (%) de la tercera cosecha de las setas Shiitake (<i>Lentinula edodes</i>) en los diferentes tratamientos.....	- 55 -
4.1.6	Rendimiento (%) en las tres cosechas de las setas Shiitake (<i>Lentinula edodes</i>) en los diferentes tratamientos.....	- 56 -
4.1.7	Eficiencia Biológica (%) de la primera cosecha de las setas Shiitake (<i>Lentinula edodes</i>) en los diferentes tratamientos.....	- 57 -
4.1.8	Eficiencia Biológica (%) de la segunda cosecha de las setas Shiitake (<i>Lentinula edodes</i>) en los diferentes tratamientos.....	- 58 -
4.1.9	Eficiencia Biológica (%) de la tercera cosecha de las setas Shiitake (<i>Lentinula edodes</i>) en los diferentes tratamientos.....	- 59 -
4.1.10	Eficiencia Biológica (%) de las tres cosechas de las setas Shiitake (<i>Lentinula edodes</i>) en los diferentes tratamientos.....	- 60 -
4.1.11	Tamaño de Basidioma (g/hongo) de la primera cosecha de las Shiitake (<i>Lentinula edodes</i>) en los diferentes tratamientos.....	- 61 -
4.1.12	Tamaño de Basidioma (g/hongo) de la segunda cosecha de las Shiitake (<i>Lentinula edodes</i>) en los diferentes tratamientos.....	- 61 -
4.1.13	Tamaño de Basidioma (g/hongo) de la tercera cosecha de las Shiitake (<i>Lentinula edodes</i>) en los diferentes tratamientos.....	- 62 -
4.1.14	Tamaño de Basidioma (g/hongo) de las tres cosechas de las Shiitake (<i>Lentinula edodes</i>) en los diferentes tratamientos.....	- 62 -
4.1.15	Precocidad (días) de las setas Shiitake (<i>Lentinula edodes</i>) en los diferentes tratamientos.....	- 63 -
4.1.16	Alternativa seleccionada.....	- 65 -
4.2	ANÁLISIS DE LOS RESULTADOS OBTENIDOS.....	- 67 -
4.2.1	Velocidad de crecimiento de las setas Shiitake (<i>Lentinula Edodes</i>) obtenidas del tratamiento a3b0 (80% reemplazo de aserrín-Shiitake Wb de Canadá).....	- 67 -

4.2.2	Análisis proximal de las setas Shiitake (<i>Lentinula Edodes</i>) provenientes del tratamiento a3b0 (80% reemplazo de aserrín-Shiitake Wb de Canadá) en comparación con otros alimentos.	- 68 -
4.2.3	Análisis de aminoácidos de las setas Shiitake (<i>Lentinula Edodes</i>) provenientes del tratamiento a3b0 (80% reemplazo de aserrín-Shiitake Wb de Canadá) en comparación con otros alimentos.	- 69 -
4.2.4	Análisis microbiológico de las setas Shiitake (<i>Lentinula Edodes</i>) provenientes del tratamiento a3b0 (80% reemplazo de aserrín-Shiitake Wb de Canadá) y procesadas con la tecnología de congelado rápido IQF	- 71 -
4.2.5	Análisis sensorial de las setas Shiitake (<i>Lentinula Edodes</i>) provenientes del tratamiento a3b0 (80% reemplazo de aserrín-Shiitake Wb de Canadá) y procesadas con la tecnología de congelado rápido IQF.	- 72 -
4.2.6	Análisis Económico de la producción de setas Shiitake (<i>Lentinula edodes</i>) obtenidas del tratamiento a3b0 (80% reemplazo de aserrín-Shiitake Wb de Canadá).	- 77 -
4.3	VERIFICACIÓN DE LA HIPÓTESIS.....	- 92 -
CAPITULO 5		- 93 -
CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES		- 93 -
5.1	CONCLUSIONES.....	- 93 -
5.2	RECOMENDACIONES.....	- 96 -
CAPITULO 6		- 97 -
PROPUESTA		- 97 -
6.1	ESTRUCTURA TENTATIVA DE LA PROPUESTA	- 97 -
6.1.1	<i>DATOS INFORMATIVOS:</i>	- 97 -
6.1.2	<i>ANTECEDENTES</i>	- 97 -
6.1.3	<i>JUSTIFICACIÓN</i>	- 98 -
6.1.4	<i>OBJETIVOS</i>	- 98 -
6.1.5	<i>ANÁLISIS DE FACTIBILIDAD</i>	- 99 -
6.1.6	<i>FUNDAMENTACIÓN CIENTÍFICO-TÉCNICA</i>	- 100 -
6.1.7	<i>MODELO OPERATIVO</i>	- 100 -
6.1.8	<i>ADMINISTRACIÓN</i>	- 100 -
6.1.9	<i>PLAN DE MONITOREO Y EVALUACIÓN DE LA PROPUESTA</i>	105
7	BIBLIOGRAFÍA.....	106

INDICE DE ANEXOS

ANEXO A

DATOS EXPERIMENTALES

TABLA A 1. PESO (Kg) DE LAS SETAS SHIITAKE (*Lentinula edodes*) DE LA PRIMERA COSECHA EN LOS DIFERENTES TRATAMIENTOS.

TABLA A 2. PESO (Kg) DE LAS SETAS SHIITAKE (*Lentinula edodes*) DE LA SEGUNDA COSECHA EN LOS DIFERENTES TRATAMIENTOS.

TABLA A 3. PESO (Kg) DE LAS SETAS SHIITAKE (*Lentinula edodes*) DE LA TERCERA COSECHA EN LOS DIFERENTES TRATAMIENTOS.

TABLA A 4. PESO (Kg) DE LAS SETAS SHIITAKE (*Lentinula edodes*) DE LAS TRES COSECHAS EN LOS DIFERENTES TRATAMIENTOS.

TABLA A 5. NÚMERO DE SETAS SHIITAKE (*Lentinula edodes*) COSECHADAS DE LA PRIMERA COSECHA EN LOS DIFERENTES TRATAMIENTOS.

TABLA A 6. NÚMERO DE SETAS SHIITAKE (*Lentinula edodes*) COSECHADAS DE LA SEGUNDA COSECHA EN LOS DIFERENTES TRATAMIENTOS.

TABLA A 7. NÚMERO DE SETAS SHIITAKE (*Lentinula edodes*) COSECHADAS DE LA TERCERA COSECHA EN LOS DIFERENTES TRATAMIENTOS.

TABLA A 8. NÚMERO DE SETAS SHIITAKE (*Lentinula edodes*) DE LAS TRES COSECHAS EN LOS DIFERENTES TRATAMIENTOS.

TABLA A 9. RENDIMIENTO (%) DE LA PRIMERA COSECHA DE LAS SETAS SHIITAKE (*Lentinula edodes*) EN LOS DIFERENTES TRATAMIENTOS.

TABLA A 10. RENDIMIENTO (%) DE LA SEGUNDA COSECHA DE LAS SETAS SHIITAKE (*Lentinula edodes*) EN LOS DIFERENTES TRATAMIENTOS.

TABLA A 11. RENDIMIENTO (%) DE LA TERCERA COSECHA DE LAS SETAS SHIITAKE (*Lentinula edodes*) EN LOS DIFERENTES TRATAMIENTOS.

TABLA A 12. RENDIMIENTO (%) EN LAS TRES COSECHAS DE LAS SETAS SHIITAKE (*Lentinula edodes*) EN LOS DIFERENTES TRATAMIENTOS.

TABLA A 13. EFICIENCIA BIOLÓGICA (%) DE LA PRIMERA COSECHA DE LAS SETAS SHIITAKE (*Lentinula edodes*) EN LOS DIFERENTES TRATAMIENTOS.

TABLA A 14. EFICIENCIA BIOLÓGICA (%) DE LA SEGUNDA COSECHA DE LAS SETAS SHIITAKE (*Lentinula edodes*) EN LOS DIFERENTES TRATAMIENTOS.

TABLA A 15. EFICIENCIA BIOLÓGICA (%) DE LA TERCERA COSECHA DE LAS SETAS SHIITAKE (*Lentinula edodes*) EN LOS DIFERENTES TRATAMIENTOS.

TABLA A 16. EFICIENCIA BIOLÓGICA (%) DE LAS TRES COSECHAS DE LAS SETAS SHIITAKE (*Lentinula edodes*) EN LOS DIFERENTES TRATAMIENTOS

TABLA A 17. TAMAÑO DE BASIDIOMA (g/hongo) DE LA PRIMERA COSECHA DE LAS SHIITAKE (*Lentinula edodes*) EN LOS DIFERENTES TRATAMIENTOS

TABLA A 18. TAMAÑO DE BASIDIOMA (g/hongo) DE LA SEGUNDA COSECHA DE LAS SHIITAKE (*Lentinula edodes*) EN LOS DIFERENTES TRATAMIENTOS

TABLA A 19. TAMAÑO DE BASIDIOMA (g/hongo) DE LA TERCERA COSECHA DE LAS SHIITAKE (*Lentinula edodes*) EN LOS DIFERENTES TRATAMIENTOS

TABLA A 20. TAMAÑO DE BASIDIOMA (g/hongo) DE LA TRES COSECHAS DE LAS SHIITAKE (*Lentinula edodes*) EN LOS DIFERENTES TRATAMIENTOS

TABLA A 21. PRECOCIDAD (días) DE LAS SETAS SHIITAKE (*Lentinula edodes*) EN LOS DIFERENTES TRATAMIENTOS.

TABLA A 22. DATOS PARA LA CURVA DE CRECIMIENTO DEL CARPOFORO DE LAS SETAS SHIITAKE (*Lentinula edodes*) OBTENIDAS DEL

TRATAMIENTO a3b0 (80% reemplazo de aserrín-Shiitake Wb de Canadá).

TABLA A 23. ANÁLISIS PROXIMAL DE LAS SETAS SHIITAKE (*Lentinula edodes*) PROVENIENTES DEL TRATAMIENTO a3b0 (80% reemplazo de aserrín-Shiitake Wb de Canadá).EN COMPARACIÓN CON OTROS ALIMENTOS.

TABLA A 24. COMPOSICIÓN AMINOACÍDICA DE LA PROTEÍNA DE LAS SETAS SHIITAKE (*Lentinula edodes*) PROVENIENTES DEL TRATAMIENTO a3b0 (80% reemplazo de aserrín-Shiitake Wb de Canadá) EN COMPARACIÓN CON OTROS TRATAMIENTOS.

TABLA A 25. COMPOSICIÓN AMINOACÍDICA (g/100g de proteína) DE LA PROTEÍNA DE LAS SETAS SHIITAKE (*Lentinula edodes*) PROVENIENTES DEL TRATAMIENTO a3b0 (80% reemplazo de aserrín-Shiitake Wb de Canadá).EN COMPARACIÓN CON EL PATRÓN FAO Y OTROS ALIMENTOS

TABLA A 26. COMPUTO QUÍMICO PARA LOS AMINOÁCIDOS DE LA PROTEÍNA DE LAS SETAS SHIITAKE (*Lentinula edodes*) PROVENIENTES DEL TRATAMIENTO a3b0 (80% reemplazo de aserrín-Shiitake Wb de Canadá).RELACIONADO CON EL PATRÓN FAO.

TABLA A 27. ANÁLISIS MICROBIOLÓGICO DE LAS SETAS SHIITAKE (*Lentinula edodes*) PROVENIENTES DEL TRATAMIENTO a3b0 (80% reemplazo de aserrín-Shiitake Wb de Canadá).Y PROCESADAS CON LA TECNOLOGÍA DE CONGELADO RÁPIDO IQF.

TABLA A 28. FICHA DE CATACIÓN DE LAS SETAS SHITAKE (*Lentinula edodes*) PROVENIENTES DEL TRATAMIENTO a3b0 (80% reemplazo de aserrín-Shiitake Wb de Canadá) Y PROCESADAS CON LA TECNOLOGÍA DE CONGELADO RÁPIDO IQF.

TABLA A 29. RESULTADOS DE LAS PRUEBAS SENSORIALES DE COLOR DE LAS SETAS SHIITAKE (*Lentinula edodes*) PROVENIENTES DEL TRATAMIENTO a3b0 (80% reemplazo de aserrín-Shiitake Wb de Canadá) Y PROCESADAS CON LA TECNOLOGÍA DE CONGELADO RÁPIDO IQF.

TABLA A 30. RESULTADOS DE LAS PRUEBAS SENSORIALES DE OLOR DE LAS SETAS SHIITAKE (*Lentinula edodes*) PROVENIENTES DEL TRATAMIENTO a3b0 (80% reemplazo de aserrín-Shiitake Wb de Canadá) Y PROCESADAS CON LA TECNOLOGÍA DE CONGELADO RÁPIDO IQF.

TABLA A 31. RESULTADOS DE LAS PRUEBAS SENSORIALES DE SABOR DE LAS SETAS SHIITAKE (*Lentinula edodes*) PROVENIENTES DEL TRATAMIENTO a3b0 (80% reemplazo de aserrín-Shiitake Wb de Canadá) Y PROCESADAS CON LA TECNOLOGÍA DE CONGELADO RÁPIDO IQF.

TABLA A 32. RESULTADOS DE LAS PRUEBAS SENSORIALES DE TEXTURA DE LAS SETAS SHIITAKE (*Lentinula edodes*) PROVENIENTES DEL TRATAMIENTO a3b0 (80% reemplazo de aserrín-Shiitake Wb de Canadá) Y PROCESADAS CON LA TECNOLOGÍA DE CONGELADO RÁPIDO IQF.

TABLA A 33. RESULTADOS DE LAS PRUEBAS SENSORIALES DE ACEPTABILIDAD DE LAS SETAS SHIITAKE (*Lentinula edodes*) PROVENIENTES DEL TRATAMIENTO a3b0 (80% reemplazo de aserrín-Shiitake Wb de Canadá) Y PROCESADAS CON LA TECNOLOGÍA DE CONGELADO RÁPIDO IQF.

ANEXO B

ANÁLISIS ESTADÍSTICO

TABLA B 1. ANALISIS DE VARIANZA DEL RENDIMIENTO (%) DE LA PRIMERA COSECHA DE LAS SETAS SHIITAKE (*Lentinula edodes*) EN LOS DIFERENTES TRATAMIENTOS.

TABLA B 2. PRUEBA DE COMPARACIÓN MÚLTIPLE “TUKEY” PARA LA VARIABLE SUSTRATO EN LOS VALORES DE RENDIMIENTO (%) DE LA PRIMERA COSECHA DE LAS SETAS SHIITAKE (*Lentinula edodes*) EN LOS DIFERENTES TRATAMIENTOS.

TABLA B 3. ANALISIS DE VARIANZA DEL RENDIMIENTO (%) DE LA SEGUNDA COSECHA DE LAS SETAS SHIITAKE (*Lentinula edodes*) EN LOS DIFERENTES TRATAMIENTOS.

TABLA B 4. PRUEBA DE COMPARACIÓN MÚLTIPLE “TUKEY” PARA LA VARIABLE SUSTRATO EN LOS VALORES DE RENDIMIENTO (%) DE LA SEGUNDA COSECHA DE LAS SETAS SHIITAKE (*Lentinula edodes*) EN LOS DIFERENTES TRATAMIENTOS.

TABLA B 5. PRUEBA DE COMPARACIÓN MÚLTIPLE “TUKEY” PARA LA VARIABLE CEPA EN LOS VALORES DE RENDIMIENTO (%) DE LA SEGUNDA COSECHA DE LAS SETAS SHIITAKE (*Lentinula edodes*) EN LOS DIFERENTES TRATAMIENTOS.

TABLA B 6. ANÁLISIS DE VARIANZA DEL RENDIMIENTO (%) DE LA TERCERA COSECHA DE LAS SETAS SHIITAKE (*Lentinula edodes*) EN LOS DIFERENTES TRATAMIENTOS.

TABLA B 7. PRUEBA DE COMPARACIÓN MÚLTIPLE “TUKEY” PARA LA VARIABLE SUSTRATO EN LOS VALORES DE RENDIMIENTO (%) DE LA TERCERA COSECHA DE LAS SETAS SHIITAKE (*Lentinula edodes*) EN LOS DIFERENTES TRATAMIENTOS.

TABLA B 8. ANÁLISIS DE VARIANZA DEL RENDIMIENTO (%) DE LAS TRES COSECHAS DE LAS SETAS SHIITAKE (*Lentinula edodes*) EN LOS DIFERENTES TRATAMIENTOS.

TABLA B 9. PRUEBA DE COMPARACIÓN MÚLTIPLE “TUKEY” PARA LA VARIABLE SUSTRATO EN LOS VALORES DE RENDIMIENTO (%) DE LAS TRES COSECHAS DE LAS SETAS SHIITAKE (*Lentinula edodes*) EN LOS DIFERENTES TRATAMIENTOS.

TABLA B 10. ANÁLISIS DE VARIANZA DEL EFICIENCIA BIOLÓGICA (%) DE LA PRIMERA COSECHA DE LAS SETAS SHIITAKE (*Lentinula edodes*) EN LOS DIFERENTES TRATAMIENTOS.

TABLA B 11. PRUEBA DE COMPARACIÓN MÚLTIPLE “TUKEY” PARA LA VARIABLE SUSTRATO EN LOS VALORES DE EFICIENCIA BIOLÓGICA (%) DE LA PRIMERA COSECHA DE LAS SETAS SHIITAKE (*Lentinula edodes*) EN LOS DIFERENTES TRATAMIENTOS.

TABLA B 12. ANÁLISIS DE VARIANZA DEL EFICIENCIA BIOLÓGICA (%) DE LA SEGUNDA COSECHA DE LAS SETAS SHIITAKE (*Lentinula edodes*) EN LOS DIFERENTES TRATAMIENTOS.

- TABLA B 13. PRUEBA DE COMPARACIÓN MÚLTIPLE “TUKEY” PARA LA VARIABLE SUSTRATO EN LOS VALORES DE EFICIENCIA BIOLÓGICA (%) DE LA SEGUNDA COSECHA DE LAS SETAS SHIITAKE (*Lentinula edodes*) EN LOS DIFERENTES TRATAMIENTOS.
- TABLA B 14. PRUEBA DE COMPARACIÓN MÚLTIPLE “TUKEY” PARA LA VARIABLE CEPA EN LOS VALORES DE EFICIENCIA BIOLÓGICA (%) DE LA SEGUNDA COSECHA DE LAS SETAS SHIITAKE (*Lentinula edodes*) EN LOS DIFERENTES TRATAMIENTOS.
- TABLA B 15. ANÁLISIS DE VARIANZA DE LA EFICIENCIA BIOLÓGICA (%) DE LA TERCERA COSECHA DE LAS SETAS SHIITAKE (*Lentinula edodes*) EN LOS DIFERENTES TRATAMIENTOS.
- TABLA B 16. PRUEBA DE COMPARACIÓN MÚLTIPLE “TUKEY” PARA LA VARIABLE SUSTRATO EN LOS VALORES DE EFICIENCIA BIOLÓGICA (%) DE LA TERCERA COSECHA DE LAS SETAS SHIITAKE (*Lentinula edodes*) EN LOS DIFERENTES TRATAMIENTOS.
- TABLA B 17. ANÁLISIS DE VARIANZA DE LA EFICIENCIA BIOLÓGICA (%) DE LAS TRES COSECHAS DE LAS SETAS SHIITAKE (*Lentinula edodes*) EN LOS DIFERENTES TRATAMIENTOS.
- TABLA B 18. PRUEBA DE COMPARACIÓN MÚLTIPLE “TUKEY” PARA LA VARIABLE SUSTRATO EN LOS VALORES DE EFICIENCIA BIOLÓGICA (%) DE LAS TRES COSECHAS DE LAS SETAS SHIITAKE (*Lentinula edodes*) EN LOS DIFERENTES TRATAMIENTOS.
- TABLA B 19. ANÁLISIS DE VARIANZA DEL TAMAÑO DE BASIDIOMA (g/hongo) DE LA PRIMERA COSECHA DE LAS SETAS SHIITAKE (*Lentinula edodes*) EN LOS DIFERENTES TRATAMIENTOS.
- TABLA B 20. ANÁLISIS DE VARIANZA DEL TAMAÑO DE BASIDIOMA (g/hongo) DE LA SEGUNDA COSECHA DE LAS SETAS SHIITAKE (*Lentinula edodes*) EN LOS DIFERENTES TRATAMIENTOS.
- TABLA B 21. PRUEBA DE COMPARACIÓN MÚLTIPLE “TUKEY” PARA LA VARIABLE SUSTRATO EN LOS VALORES DE TAMAÑO DE BASIDIOMA (g/hongo) DE LA SEGUNDA COSECHA DE LAS SETAS

SHIITAKE (*Lentinula edodes*) EN LOS DIFERENTES TRATAMIENTOS.

TABLA B 22. ANÁLISIS DE VARIANZA PARA EL TAMAÑO DE BASIDIOMA (g/hongo) DE LA TERCERA COSECHA DE LAS SETAS SHIITAKE (*Lentinula edodes*) EN LOS DIFERENTES TRATAMIENTOS.

TABLA B 23. PRUEBA DE COMPARACIÓN MÚLTIPLE “TUKEY” PARA LA VARIABLE SUSTRATO EN LOS VALORES DE TAMAÑO DE BASIDIOMA (g/hongo) DE LA TERCERA COSECHA DE LAS SETAS SHIITAKE (*Lentinula edodes*) EN LOS DIFERENTES TRATAMIENTOS.

TABLA B 24. ANÁLISIS DE VARIANZA PARA EL TAMAÑO DE BASIDIOMA (g/hongo) DE LAS TRES COSECHAS DE LAS SETAS SHIITAKE (*Lentinula edodes*) EN LOS DIFERENTES TRATAMIENTOS.

TABLA B 25. PRUEBA DE COMPARACIÓN MÚLTIPLE “TUKEY” PARA LA VARIABLE SUSTRATO EN LOS VALORES DE TAMAÑO DE BASIDIOMA (g/hongo) DE LA TRES COSECHAS DE LAS SETAS SHIITAKE (*Lentinula edodes*) EN LOS DIFERENTES TRATAMIENTOS.

TABLA B 26. ANÁLISIS DE VARIANZA PARA EL FACTOR PRECOCIDAD (días) DEL CULTIVO DE LAS SETAS SHIITAKE (*Lentinula edodes*) EN LOS DIFERENTES TRATAMIENTOS

TABLA B 27. PRUEBA DE COMPARACIÓN MÚLTIPLE “TUKEY” PARA LA VARIABLE SUSTRATO DEL FACTOR PRECOCIDAD (días) DE LA COSECHA DE LAS SETAS SHIITAKE (*Lentinula edodes*) EN LOS DIFERENTES TRATAMIENTOS.

TABLA B 28. PRUEBA DE COMPARACIÓN MÚLTIPLE “TUKEY” PARA LA VARIABLE SEPA DEL FACTOR PRECOCIDAD (días) DE LA COSECHA DE LAS SETAS SHIITAKE (*Lentinula edodes*) EN LOS DIFERENTES TRATAMIENTOS

TABLA B 29. PRUEBA DE COMPARACIÓN MÚLTIPLE “TUKEY” PARA LA VARIABLE INTERACCIÓN SUSTRATO-SEPA DEL FACTOR PRECOCIDAD (días) DE LA COSECHA DE LAS SETAS SHIITAKE (*Lentinula edodes*) EN LOS DIFERENTES TRATAMIENTOS.

TABLA B 30. ANÁLISIS DE VARIANZA PARA DEL ATRIBUTO COLOR DE LA PRUEBA SENSORIAL DE LAS SETAS SHIITAKE (*Lentinula edodes*) PROVENIENTES DEL TRATAMIENTO a3b0 (80% reemplazo de aserrín-Shiitake Wb de Canadá) Y PROCESADAS MEDIANTE LA TECNOLOGÍA IQF

TABLA B 31. PRUEBA DE COMPARACIÓN MÚLTIPLE “TUKEY” APLICADO A LA VARIABLE SETAS DE LA PRUEBA SENSORIAL DEL ATRIBUTO COLOR DE LAS SETAS SHIITAKE (*Lentinula edodes*) PROVENIENTES DEL TRATAMIENTO a3b0 (80% reemplazo de aserrín-Shiitake Wb de Canadá) Y PROCESADAS MEDIANTE LA TECNOLOGÍA IQF.

TABLA B 32. ANÁLISIS DE VARIANZA PARA DEL ATRIBUTO OLOR DE LA PRUEBA SENSORIAL DE LAS SETAS SHIITAKE (*Lentinula edodes*) PROVENIENTES DEL TRATAMIENTO a3b0 (80% reemplazo de aserrín-Shiitake Wb de Canadá) Y PROCESADAS MEDIANTE LA TECNOLOGÍA IQF.

TABLA B 33. PRUEBA DE COMPARACIÓN MÚLTIPLE “TUKEY” APLICADO A LA VARIABLE SETAS DE LA PRUEBA SENSORIAL DEL ATRIBUTO OLOR DE LAS SETAS SHIITAKE (*Lentinula edodes*) PROVENIENTES DEL TRATAMIENTO a3b0 (80% reemplazo de aserrín-Shiitake Wb de Canadá) Y PROCESADAS MEDIANTE LA TECNOLOGÍA IQF.

TABLA B 34. ANÁLISIS DE VARIANZA PARA DEL ATRIBUTO SABOR DE LA PRUEBA SENSORIAL DE LAS SETAS SHIITAKE (*Lentinula edodes*) PROVENIENTES DEL TRATAMIENTO a3b0 (80% reemplazo de aserrín-Shiitake Wb de Canadá) Y PROCESADAS MEDIANTE LA TECNOLOGÍA IQF

TABLA B 35. PRUEBA DE COMPARACIÓN MÚLTIPLE “TUKEY” APLICADO A LA VARIABLE SETAS DE LA PRUEBA SENSORIAL DEL ATRIBUTO SABOR DE LAS SETAS SHIITAKE (*Lentinula edodes*) PROVENIENTES DEL a3b0 (80% reemplazo de aserrín-Shiitake Wb de Canadá) TRATAMIENTO Y PROCESADAS MEDIANTE LA TECNOLOGÍA IQF.

TABLA B 36. ANÁLISIS DE VARIANZA PARA DEL ATRIBUTO TEXTURA DE LA PRUEBA SENSORIAL DE LAS SETAS SHIITAKE (*Lentinula edodes*) PROVENIENTES DEL TRATAMIENTO a3b0 (80% reemplazo de aserrín-Shiitake Wb de Canadá) Y PROCESADAS MEDIANTE LA TECNOLOGÍA IQF

TABLA B 37. PRUEBA DE COMPARACIÓN MÚLTIPLE “TUKEY” APLICADO A LA VARIABLE SETAS DE LA PRUEBA SENSORIAL DEL ATRIBUTO TEXTURA DE LAS SETAS SHIITAKE (*Lentinula edodes*) PROVENIENTES DEL TRATAMIENTO a3b0 (80% reemplazo de aserrín-Shiitake Wb de Canadá) Y PROCESADAS MEDIANTE LA TECNOLOGÍA IQF.

TABLA B 38. ANÁLISIS DE VARIANZA PARA DEL ATRIBUTO ACEPTABILIDAD DE LA PRUEBA SENSORIAL DE LAS SETAS SHIITAKE (*Lentinula edodes*) PROVENIENTES DEL TRATAMIENTO a3b0 (80% reemplazo de aserrín-Shiitake Wb de Canadá) Y PROCESADAS MEDIANTE LA TECNOLOGÍA IQF

ANEXO C GRÁFICOS

GRÁFICO 1. GRÁFICO DE LA CURVA DE CRECIMIENTO DEL CARPOFORO DE LAS SETAS SHIITAKE (*Lentinula edodes*) GRANDES OBTENIDAS DEL TRATAMIENTO a3b0 (80% reemplazo de aserrín-Shiitake Wb de Canadá).

GRÁFICO 2. GRÁFICO DE LA CURVA DE CRECIMIENTO DEL CARPOFORO DE LAS SETAS SHIITAKE (*Lentinula edodes*) PEQUEÑAS OBTENIDAS DEL TRATAMIENTO a3b0 (80% reemplazo de aserrín-Shiitake Wb de Canadá).

GRAFICO 3. PUNTO DE EQUILIBRIO DE LA PRODUCCIÓN DE LAS SETAS SHIITAKE (*Lentinula edodes*) OBTENIDAS DEL TRATAMIENTO a3b0 (80% reemplazo de aserrín-Shiitake Wb de Canadá) Y PROCESADAS MEDIANTE LA TECNOLOGÍA IQF.

ANEXO D

DIAGRAMAS

DIAGRAMA 1. DIAGRAMA DE FLUJO DE LA PRODUCCIÓN DE LAS SETAS SHIITAKE (*Lentinula edodes*) OBTENIDAS DEL TRATAMIENTO a3b0 (80% reemplazo de aserrín-Shiitake Wb de Canadá) Y PROCESADAS MEDIANTE LA TECNOLOGÍA IQF.

DIAGRAMA 2. BALANCE DE MATERIALES PARA LA PRODUCCIÓN DE LAS SETAS SHIITAKE (*Lentinula edodes*) OBTENIDAS DEL TRATAMIENTO a3b0 (80% reemplazo de aserrín-Shiitake Wb de Canadá) Y PROCESADAS MEDIANTE LA TECNOLOGÍA IQF.

DIAGRAMA 3. DIAGRAMA DE PROCESOS PARA LA PRODUCCIÓN DE LAS SETAS SHIITAKE (*Lentinula edodes*) OBTENIDAS DEL TRATAMIENTO a3b0 (80% reemplazo de aserrín-Shiitake Wb de Canadá) Y PROCESADAS MEDIANTE LA TECNOLOGÍA IQF.

ANEXO E

FOTOGRAFÍAS

Producción de cepas

Preparación del inóculo

Preparación del sustrato para la siembra:

Incubación de los biorreactores

Amorronamiento

Fructificación

Cosecha

Otros

RESUMEN

Para la producción de setas *Lentinula edodes* (procedentes del laboratorio Wb-Laboratory – Canadá y de la Universidad de Pensylvania, USA R-26) se utilizaron tallos de brócoli con distintas porciones de aserrín de eucalipto, según el diseño experimental AxB diseñado para identificar el mejor tratamiento teniendo como variables de estudio el sustrato empleado y la cepa, las respuestas experimentales fueron el rendimiento, la eficiencia biológica y tamaño del basidioma.

Una vez que se evaluaron los valores de rendimiento, eficiencia biológica, precocidad y tamaño del basidioma se determinó que el mejor tratamiento es el a3b0 (80% reemplazo de aserrín-Shiitake Wb de Canadá) que presentó un rendimiento de 14,14 % y una eficiencia biológica de 48,36%, valor que está dentro del rango reportado en el Mushroom Growers' Handbook 2 (2005) que está entre el 35-50%. Los carpóforos fueron medidos y relacionados con el tiempo (10 días) para poder sacar ecuaciones que indiquen la velocidad de crecimiento de las setas.

Para conservar las setas Shiitake provenientes de a3b0 (80% reemplazo de aserrín-Shiitake Wb de Canadá) se aplicó la tecnología de congelado rápido (IQF) que consiste en la congelación de trozos estandarizados de seta a temperaturas de aproximadamente -15 °C en un tiempo reducido con el objetivo de evitar el efecto de la temperatura de cristalización del agua y el consiguiente efecto sobre la textura de las setas. La riqueza proteica fue evaluada a través de un análisis proximal y de aminoácidos, el análisis de aminoácidos fue analizado a través de un computo químico que muestra que el tratamiento a3b0 (80% reemplazo de aserrín-Shiitake Wb de Canadá) tiene un aminoácido esencial que cubre los requerimientos de la dieta en niños y 2 aminoácidos esenciales que cubren los requerimientos de la dieta en adultos según el patrón que publica la FAO en el año 2001.

Se realizó un análisis económico de la producción de setas *Lentinula edodes* provenientes de a3b0 (80% reemplazo de aserrín-Shiitake Wb de Canadá) y procesadas mediante el sistema de congelación rápida IQF, se estima que un precio de \$2,30 / 400g de Shiitake congelado y enfundado, se obtendría una rentabilidad del proyecto de 45.12% con un punto de equilibrio de 27.81%. El proyecto es rentable y se puede realizar.

CAPITULO 1

EL PROBLEMA

1.1 TEMA DE INVESTIGACIÓN.

“Empleo de los desechos del procesamiento del brócoli (*Brassica olerácea var. Itálica*) generados en la industria PROVEFRUT S. A y desechos forestales de Eucalipto (*Eucaliptus globulus*) generados en la provincia de Cotopaxi para la producción de setas Shiitake (*Lentinula edodes*).”

1.2 PLANTEAMIENTO DEL PROBLEMA.

La acumulación de desechos de brócoli en el proceso productivo de la empresa PROVEFRUT S. A., desechos forestales generados por la producción de madera de Eucalipto en la provincia de Cotopaxi y su posible utilización como sustrato para la producción de Shiitake (*Lentinula edodes*).

1.2.1 Contextualización

Contexto macro

Los primeros datos del consumo de Shiitake corresponden a varios siglos antes de Cristo en el Sur de Asia y en la Antigua Grecia. Estos hongos son una fuente alternativa de alimento, junto con las algas, debido al gran aporte de proteínas que entregan, llegando en algunos casos al 40% del peso seco. Otro aspecto de gran relevancia es su utilización en terapias contra enfermedades como el cáncer y el sida, debido al efecto estimulador del sistema inmune que presentan algunos de los principios activos. Tanto en Oriente como en Europa, los hongos han sido utilizados en la antigüedad como alimento nutritivo y terapéutico e incluso en el continente Americano es posible encontrar culturas como la azteca, que tenían gran interés por los hongos alucinógenos, aludiéndoles poderes mágicos; en general se sabe que algunas de las especies exóticas como el Shiitake, Maitake y Reishi tienen propiedades medicinales (www.micotec.cl, 2008).

Contexto meso

La gran demanda mundial, generada por estos productos alimenticios, ha impulsado el estudio en Latinoamérica de nuevas formas de cultivos o de producciones a nivel

comercial. Indicando que el volumen de la producción de hongos comestibles es muy amplio y que a nivel de experimentación y cultivo, todavía queda mucho por explorar pues esta región del mundo tiene un gran potencial para el cultivo de las especies comestibles de hongos por la variedad de climas que posee, la gran diversidad de residuos orgánicos que se genera en los diferentes cultivos agrícolas e industrias (Torres 2003). Debido a esto un gran punto que se está explorando en la actualidad es el aprovechamiento de residuos agroindustriales (Staments 2000), los cuales pueden ser enfocados en el cultivo de hongos comestibles.

Contexto micro

En el Ecuador el cultivo de hongos comestibles se encuentra influenciado por el cultivo del hongo *Agaricus bisporus* (champiñón) que presenta el 2,8% de la producción sudamericana en el 2005, no se reportan datos de la producción de setas Shiitake. Los últimos años se ha motivado los estudios para potenciar la producción de Shiitake y aprovechar sus características nutricionales y los beneficios para la salud de la población ecuatoriana (Menéndez 2008).

1.2.2 Análisis Crítico

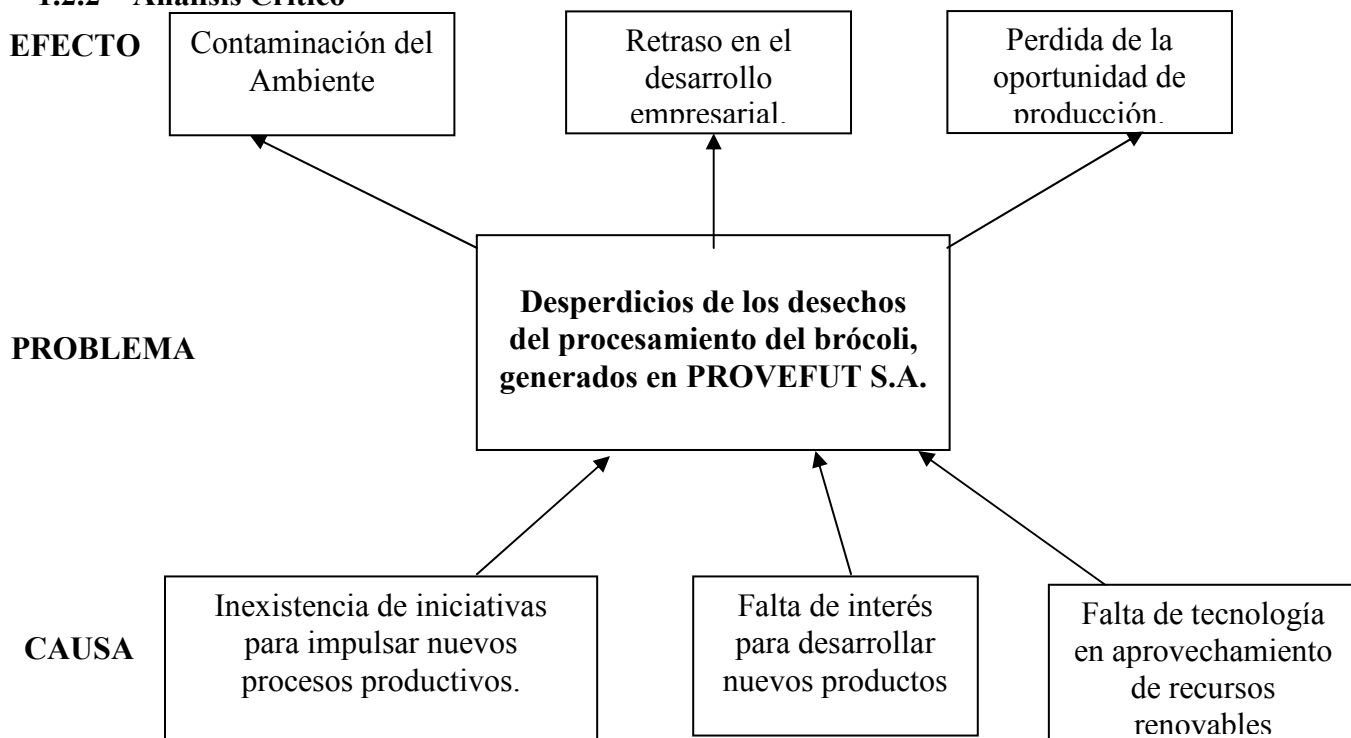


Gráfico. El árbol del Problema

Elaborado por: Fernando Pazmiño

1.2.3 Prognosis

- En el mundo de hoy es necesario producir grandes cantidades de proteína para el consumo humano, porque las fuentes convencionales, no satisfacen directamente la demanda y se considera que muy probablemente el problema se agudice a medida que la población aumente.
- La acumulación de desechos procedentes de la agroindustria en medios naturales provoca alteración ambiental, con impactos de diferente orden en distintos factores ambientales.

1.2.4 Formulación del problema

¿Es posible el empleo de los desechos del procesamiento del brócoli y desechos forestales de Eucalipto para la producción de Shiitake?

1.2.5 Interrogantes (subproblemas)

¿Cuál será la velocidad media de crecimiento de las setas Shiitake obtenidas con el mejor tratamiento encontrado en un proceso de investigación?

¿Es posible aplicar la tecnología de congelado rápido (IQF) en el procesamiento de setas provenientes del mejor tratamiento?

¿Cuál es la composición proximal y de aminoácidos de las setas obtenidas del mejor tratamiento?

¿Cuál será aceptabilidad de las setas cosechadas y procesadas con la tecnología de congelado rápido mediante análisis sensorial?

¿Cuál será el costo del producto según la estimación de un análisis económico de la producción del mejor tratamiento?

1.2.6 Delimitación del objeto de la investigación.

Campo: Investigación, Alimenticio.

Área: Agroindustrial

Sub área: Biotecnológica

Aspecto: Fermentación sólida (Investigación básica)

Temporal: Octubre 2008 – Febrero 2009

Espacial: El desarrollo experimental se realizó en los laboratorios de la Facultad de Ciencia e Ingeniería en Alimentos y las instalaciones de la empresa PROVEFRUT S.A. ubicada en la Panamericana norte Km.11 Guaytacama, Cantón Latacunga, Provincia de Cotopaxi.

1.3 JUSTIFICACIÓN

El empleo de los residuos agroindustriales y forestales implica un efecto beneficioso sobre el ambiente, ya que se evita la contaminación que provoca la eliminación de estos desechos al medio ambiente. Durante la cosecha, poscosecha y procesos en planta de los principales productos agrícolas quedan los residuos sólidos entre ellos: tallos, ramas, hojas, polvo, tuza, pulpa, cascarilla, etc. y los desechos líquidos como: aguas residuales, jugos, resinas y lodos, los que son vertidos a los ríos, riachuelos, esteros, carreteras, caminos, campos, huertas, granjas, contaminando las aguas, el aire y causando problemas en el ambiente, por lo que es necesario aprovechar estos residuos en la obtención de alimentos para humanos, para animales, en lombricultura, en la elaboración de abono orgánico (Vidal, 1997).

Shiitake es el nombre japonés que se le da al hongo *Lentinula edodes*, es una seta grande de color café, considerado un verdadero delicatessen en la cocina asiática y al que se le atribuyen diversas propiedades curativas. El sombrero tiene un ancho de 5-12cm, cada uno pesa entre 60 y 70g, aunque pueden ser más grandes. La carne es muy sabrosa y firme y puede ser secada y rehidratada con mucha facilidad (Hernández, J. y Salcedo, H., 2005). El Shiitake es el segundo hongo más producido en el mundo (Chang, S., 1999), desde la antigüedad (Dinastía Ming en China) se lo consumía porque ayuda a “preservar la salud, mejorar la circulación, curar resfríos y disminuir el colesterol en la sangre” (Jong, S. y Birmingham, J., 1993).

El eucalipto ingresó al Ecuador en 1865, bajo decreto del Presidente Gabriel García Moreno, fue introducido tanto para forestación como para producir leña y material de construcción. La principal especie de eucalipto plantada es *Eucalyptus globulus*, es plantada sobre la meseta central entre las alturas de 1800 y 3300 m. La madera se usa para leña, postes cortos y largos, además para madera aserrada. La principal concentración de plantaciones se encuentra entre las ciudades de Quito y Latacunga. Los suelos son de origen volcánico y parcialmente infértiles. Los bosques de eucalipto son considerados como material netamente de explotación forestal lo que establece la alternativa de aprovechar los beneficios de la madera sin explotar bosques vírgenes dañando el ecosistema, los residuos generados para el servicio maderero nacional (ships, astillas o aserrín) son utilizados en gran parte para la fabricación de

aglomerados por las industrias transnacionales y la otra parte es desechado o incinerado. (accionecologica.org, 2009)

PROVEFRUT S.A. es una empresa que procesa cerca de 30 toneladas diarias de productos hortofrutícolas como coliflor, romanesco, zucchini, zanahoria, que representan el 5% de la producción diaria siendo el 95% restante producción y procesamiento de brócoli con un rendimiento estimado del 60% de producto exportado en relación a la materia prima recibida. El destino del brócoli procesado es el mercado internacional generando un considerable número de plazas de empleo para la provincia de Cotopaxi. La empresa PROVEFRUT S.A maneja la tecnología de congelado rápido IQF (individual quick frezeer) para mantener frescos los productos controlando los estándares de calidad más exigentes del mundo. Como un aporte al desarrollo y evolución de la empresa se busca aprovechar las toneladas de residuos generados diariamente en la producción de hongos comestibles.

1.4 OBJETIVOS

1.4.1 Objetivo General:

Emplear los desechos del procesamiento del brócoli producidos en la industria PROVEFRUT S. A y desechos forestales de Eucalipto generados en la provincia de Cotopaxi, para la producción de setas Shiitake.

1.4.2 Objetivos Específicos:

- Emplear mezclas de desechos, de brócoli y Eucalipto, como sustratos para la producción de Shiitake (*Lentinula edodes*).
- Establecer la velocidad media de crecimiento de las setas Shiitake *Lentinula Edodes* obtenidas del mejor tratamiento.
- Aplicar la tecnología de congelado rápido (IQF) en el procesamiento de setas provenientes del mejor tratamiento.
- Evaluar la composición proximal y de aminoácidos de las setas provenientes del mejor tratamiento.
- Determinar la aceptabilidad de las setas cosechadas y procesadas con la tecnología de congelado rápido mediante análisis sensorial.
- Efectuar un análisis económico de la producción de setas Shiitake (*Lentinula edodes*) obtenidas del mejor tratamiento.

CAPITULO 2

MARCO TEORICO

2.1 ANTECEDENTES INVESTIGATIVOS

2.1.1 Sustratos

Uno de los principales problemas ambientales en un sistema productivo alimentario es la alta producción de residuos agroindustriales, los cuales, en la mayoría de los casos, son quemados o arrojados a los basureros, quebradas y ríos sin ningún tratamiento previo y contribuyen de esta manera a la degradación del ecosistema (Rodríguez y colab., 2003). La composición química de estos materiales es variada e incluye compuestos como la “lignina”, biopolímero aromático, recalcitrante y difícil de biodegradar (Kues y colab.,2000). La molécula de lignina presenta un elevado peso molecular, que resulta de la unión de varios ácidos y alcoholes fenilpropílicos (cumarílico, coniferílico y sinapílico). El acoplamiento aleatorio de estos radicales da origen a una estructura tridimensional, polímero amorfo, característico de la lignina. (wikipedia.org, 2008)

La lignina es el polímero natural más complejo en relación a su estructura y heterogeneidad. Por esta razón no es posible describir una estructura definida de la lignina; sin embargo, se han propuesto numerosos modelos que representan su estructura.

Dentro de las alternativas para el aprovechamiento de esta materia prima, está su uso como sustrato en el cultivo de los hongos basidiomicetos (García y colab, 2003). Entre las ventajas que ofrece el cultivo de basidiomicetos, se destaca la posibilidad de cultivarlo en zonas tropicales y de utilizar una amplia gama de sustratos (Sánchez y colab, 2002).

2.1.1.1 Brócoli

El Brócoli es una hortaliza de la familia Cruciferae, similar en apariencia a la coliflor, pero con hojas más estrechas y erguidas, con peciolo generalmente desnudos, limbos normalmente con los bordes más ondulados; así como nervaduras más marcadas y

blancas; inflorescencias ligeramente menores de tamaño, superficie más granulada, constituyendo conglomerados parciales más o menos cónicos que suelen terminar en este tipo de formación en el ápice, en bastantes casos muy marcada. La raíz es pivotante con raíces secundarias y superficiales. Las flores son pequeñas, en forma de cruz de color amarillo y el fruto es una silicua de valvas ligeramente convexas con un solo nervio longitudinal. Produce abundantes semillas redondas y de color rosáceo (infoagro.com, 2005).

2.1.1.1.1 Clasificación Científica

Cuadro 1. Clasificación Científica del Brócoli

Reino	<i>Plantae</i>
División	<i>Magnoliophyta</i>
Clase	<i>Magnoliopsida</i>
Orden	<i>Brassicales</i>
Familia	<i>Brassicaceae</i>
Genero	<i>Brassica</i>
Especie	<i>oleracea</i>
Variedad	<i>Itálica</i>
Nombre Trinomial	<i>Brassica oleracea itálica</i>

Fuente: Wikipedia, la enciclopedia libre.htm, 2008

2.1.1.1.2 Generalidades de Cultivo y procesamiento

Las variedades comerciales de brócoli que se cultivan requieren una temperatura óptima que debe oscilar entre 15°C y 20°C, con máxima de 24°C. Este cultivo se siembra en gran diversidad de suelos, los mejores resultados se obtienen en suelos francos, profundos de buen contenido de materia orgánica con pH entre 5,5 y 6,5. Si se cuenta con riego se puede sembrar durante todo el año. La preparación de terreno se realiza con maquinaria, tracción animal o a mano en arada profunda. Para establecer una hectárea, se hace un semillero de aproximadamente 150 m² y se utiliza entre 250 y 300 gramos de semilla. Se realiza un trasplante cuando las plántulas han desarrollado entre tres y cuatro hojas verdaderas, lo que ocurre aproximadamente treinta días después de la siembra; si las plantas se trasplantan más desarrolladas, pueden haber serias pérdidas en el rendimiento, ya que muchas plantas no formarán cabezas. (infoagro.com, 2009)

La siembra se ejecuta en lomillos distanciados 40 cm y entre plantas 40 cm. Durante el proceso de crecimiento se realiza la fertilización con la aplicación de fertilizantes de nitrato de amonio a cada planta, treinta días después del trasplante y su cantidad según

el químico utilizado. Se utiliza la aplicación de fertilizante foliar, principalmente de los elementos boro, magnesio, azufre. Finalmente el número de días a cosecha, varía según el cultivar y el sitio de siembra, entre los cincuenta y cinco y los sesenta y cinco días, después del trasplante. La cosecha se inicia cuando las inflorescencias han logrado un buen desarrollo, diámetro mayor de 13 cm y antes de que los botones florales se abran. (Ministerio de Agricultura y Ganadería, 1991)

Para el mercado nacional el brócoli es cortado cuando las cabezas promedian 18 cm de diámetro con tallos de 15 a 20 cm de largo. Los cosechadores los colocan en los contenedores o sacos de yute, estos son transportados a los principales mercados populares, supermercados y tiendas.

El brócoli destinado a la industria de procesado implica el corte de floretes pequeños de distintos tamaños que varían según las especificaciones del cliente de cada país. Por lo general durante la cosecha las cabezas se colocan en contenedores o remolques que son utilizados para acarrear el producto a la planta de procesado, la cual regularmente se encuentra próxima a la zona de producción, con la finalidad de evitar o reducir el costo asociado con el flete. El brócoli requiere de un enfriado rápido para preservar la calidad antes del proceso de corte, precocción, congelado rápido, empaque y almacenamiento. (PROVEFRUT S. A., 2009)

2.1.1.1.3 Desechos de Brócoli

Después de la cosecha las pellas de brócoli llegan a la planta de proceso con un tallo de 10 cm aproximadamente, son almacenadas a una temperatura de 7°C mientras esperan el proceso de corte. El corte se realiza a mano con cuchillos manuales sobre mesas de acero inoxidable, consiste en cortar floretes de dimensiones especificadas por cada cliente para luego transportarlas en gavetas de plástico hacia las líneas de congelado rápido. En el proceso de corte se desechan los tallos principales, estos son almacenados en grandes contenedores para una parte ser vendidos con fines de alimentación animal y otra parte se utiliza en el proceso de fermentación del compost que sirve como abono orgánico.

Según PROVEFRUT S. A. el rendimiento del proceso de congelación del brócoli en esta empresa es del 60%, generando un 40% de desecho del cual el 90% son tallos.

2.1.1.1.4 El brócoli en el Ecuador

El brócoli es un cultivo de reciente expansión en el Ecuador. La producción comercial comenzó en 1990, a raíz de la exportación de esta especie hortícola en forma de producto fresco congelado bajo el sistema IQF. El 99.9% de la superficie sembrada se localiza en la Sierra, siendo las principales provincias productoras Cotopaxi, Pichincha, Imbabura y Carchi (Proyecto SICA 2004).

Según el III Censo Nacional Agropecuario del Ecuador en el año 2000 existe una superficie sembrada de brócoli total de 3.423 ha, obteniéndose una producción anual a nivel país de 48.682 toneladas. Más del 98% de la superficie sembrada total en el país con brócoli, se encuentra plantada sola; hay un pequeño porcentaje, menos del 2% que está en asociación con otros cultivos esto se debe a que un cultivo solo de brócoli da rendimientos cercanos a las 15 toneladas por hectárea. Es importante destacar que el 68% de la producción de brócoli se encuentra en la provincia de Cotopaxi es la mayor superficie sembrada del país con 1.440 ha, habiéndose obtenido en el período del censo, cerca de 33.000 toneladas, siendo la producción total del país de 48.682 toneladas métricas. La característica del Ecuador es que el brócoli no es un cultivo estacional sino que pueden obtenerse hasta 3 cosechas anuales.

2.1.1.2 Eucalipto

El género *Eucalyptus*, con sus más de 700 especies y variedades, es originario de Australia y algunas islas circundantes en IndoMalasia (Indonesia, Filipinas, Guinea, Timor) habiéndose difundido a todos los continentes, en Sudamérica se dio la mayor difusión a nivel comercial. Si bien las introducciones de eucalipto en Argentina, Brasil, Uruguay y Chile datan del siglo pasado, recién avanzado el siglo XX comenzó su difusión, siendo la década del 70' el punto de inflexión en cuanto al ritmo de plantación a nivel comercial se refiere. Comercialmente el eucalipto va tomando gran importancia en la región siendo incorporado en zonas más cercanas al Ecuador, como es el caso de Perú, Venezuela, Colombia, Ecuador (Sanchez y colab, 2005).

Figura 1. Árbol de *Eucaliptus glóbulos*.



Fuente: www.asturnatura.com, 2005

2.1.1.2.1 Clasificación Científica

Reino:	<i>Plantae</i>
División:	<i>Magnoliophyta</i>
Clase:	<i>Magnoliopsida</i>
Orden:	<i>Myrtales</i>
Familia:	<i>Myrtaceae</i>
Genero:	<i>Eucalyptus</i>
Especie:	<i>E. globulus</i>
Variedad:	<i>Magnoliopsida</i>
Nombre Binomial	<i>Eucaliptus globulus</i>

Fuente: Wikipedia, la enciclopedia libre.htm, 2008

2.1.1.2.2 Hábitat

El mejor crecimiento se presenta en localidades entre 2000 y 2900 m, donde la precipitación anual es de 1000 a 2000 mm, correspondiendo a la designación de Holdridge, zona de «bosque húmedo montano bajo» (Holdridge, 1967). Se han hecho otras plantaciones de eucaliptos en la zona de «bosque seco montano bajo, con una lluvia de 500–1 000 mm (FAO, 1995).

El crecimiento rápido de estos árboles los hace muy rentables; sin embargo, favorecen el empobrecimiento del terreno e impiden el desarrollo de otras especies en sus proximidades. En zonas semiáridas son peligrosos, ya que pueden acentuar la sequía del

suelo. Por ello sólo deben ser plantados en terrenos pobres que no puedan ser aprovechados para otros usos agrícolas. (Anónimo 1)

2.1.1.2.3 Usos y Aplicaciones

Los eucaliptos, junto a algunas especies de coníferas, son los principales productores mundiales de pasta de papel. Permitan obtener numerosos productos de interés industrial y medicinal, incluyendo diversos tipos de gomorresinas y de aceites esenciales; entre estos últimos, destaca su riqueza en eucaliptol, compuesto tradicionalmente utilizado para descongestionar y desinfectar las vías respiratorias. En algunos países se le utiliza para construcción en general, ya que el duramen rojizo es moderadamente fuerte, duradero y resistente a termitas. Se emplea principalmente en la fabricación de postes, durmientes, tableros, interiores, para pisos, etc. Es un árbol muy útil para la plantación a lo largo de carreteras, resiste bien los vientos, por lo que se le emplea en la formación de cortinas rompevientos, asociados con otras especies de porte bajo, para control de erosión. (Anónimo 1)

2.1.1.2.4 Eucalipto en el Ecuador

La principal especie de eucalipto plantada en el Ecuador es *E. globulus*, fue inicialmente introducida en 1865 y bastamente plantada sobre la meseta central entre las alturas de 1 800 y 3 300 m. Hasta 1975, se había plantado un total de 17 716 ha de eucaliptos. Casi la mitad se había establecido por el Servicio Forestal Nacional; el resto son plantaciones privadas. La madera se usa para leña, postes cortos y largos, además para minas y madera aserrada. La principal concentración de plantaciones se encuentra entre Quito y Latacunga, pero las plantaciones se extienden a las provincias de Azuay, Bolívar, Cañar, Carchi, Cotopaxi, Chimborazo, Imbabura, Loja, Pichincha y Tungurahua.(FAO, 1995)

En 1976, el Gobierno del Ecuador hizo el inventario de áreas forestadas en el Ecuador, este inventario abarcó todas las especies plantadas, eucaliptos, pinos y otras. El estudio afirma cómo puede lograrse un importante activo de eucaliptos con plantaciones de dimensión muy pequeña, mediana y mayor. La amplia distribución de las plantaciones en todo el país significa que las distancias a las cuales los productos de la madera deben ser transportadas no son grandes (Narváez, 1976).

2.1.1.2.5 Desechos Forestales de Eucalipto

El crecimiento de la actividad maderera ocasiona la acumulación de desechos forestales, provoca contaminación de los suelos donde se la deposita y genera cambios en los ecosistemas. Hasta ahora, en algunas regiones de explotación forestal, se procede a la quema de estos residuos con el consiguiente impacto ambiental y el constante peligro de incendios. Por otra parte, se calcula de que un árbol talado y procesado en las carpinterías, produce de aserrín el 20% de su peso y estructura global. (Sanchez y colab, 2005)

2.1.2 Setas

2.1.2.1 Generalidades de los Hongos

Los hongos son organismos vivos que pueden ser unicelulares (microscópicos) o pluricelulares (macroscópicos o visibles a simple vista). Aunque lo común es que se crea que los hongos son vegetales, en realidad no lo son porque carecen de clorofila, es decir que no foto sintetizan porque no poseen los mecanismos para captar la energía solar y transformarla en hidratos de carbono como los vegetales (autótrofos). Tampoco son animales, sino que forman un Reino aparte que reúne características de ambos. Los hongos, como los animales, presentan quitina como componente principal de sus paredes celulares y son heterótrofos, es decir, necesitan de una fuente externa que les proporcione los nutrientes adecuados para su desarrollo y, como las plantas, presentan crecimiento vegetativo. Son de distribución cosmopolita, se desarrollan en cualquier tipo de clima, siempre que la temperatura no sea menor de cero grados centígrados (el rango varía entre 4° a 60°C) y en una gama de latitudes que van desde el nivel del mar hasta por encima de los 4000 m sobre el nivel del mar (Herrera y Ulloa, 1990).

Los hongos son un componente vital en la estructura y funcionamiento de los ecosistemas, ya que desempeñan diversas funciones de tipo ecológico y fisiológico; además, pueden ser mediadores e integradores que contribuyen al desarrollo de las poblaciones vegetales, particularmente al de las especies arbóreas. Entre sus principales funciones se destacan las siguientes: intervienen en los ciclos y transferencia de nutrientes, al participar de manera activa en la regulación de la tasa fotosintética; a través del crecimiento de sus hifas modifican la permeabilidad y estructura del suelo; representan una fuente de alimento para vertebrados (incluyendo mamíferos) e

invertebrados, son hábitat de invertebrados, algas y otros hongos; participan en la creación y alteración de nichos, sobre todo para invertebrados; establecen asociaciones mutualistas con plantas, termitas, hormigas y con algunas especies de algas. (Hawksworth, 1997).

2.1.2.2 Clasificación de las setas.

Según la clasificación de Alexopoulos & Mims (1985) las setas se encuentran dentro de los llamados “hongos superiores”, en la siguiente división *Amastigomycota* y en las clases *Ascomycetes* y *Basidiomycetes* en el reino fungi.

División *Amastigomycota*

Dentro de esta división se encuentran tanto los hongos productores de carpóforos como otros de interés alimentario. En las otras dos divisiones anteriores, se encuentran gran cantidad de hongos con hábitats cosmopolitas, unicelulares o formadores de micelios se caracterizan por ser no formadores de setas.

Se caracterizan por tener una nutrición por digestión externa y absorción. Su reproducción puede ser sexual por zigosporas, ascosporas o basidiosporas.

Clase Ascomycetes:

Son aquellos hongos que producen sus esporas en el interior de unas pequeñas vainas a modo de saco microscópico llamadas ascas. Las esporas maduran en el interior de este pequeño saco, que se abrirá para expulsarlas al exterior. Cada asca contiene generalmente 8 esporas. Dentro de esta clasificación se encuentran las trufas y colmenillas, también se incluyen en esta clase los oidios de la vid, el cornezuelo del centeno (*Claviceps purpurea*) u otros parásitos importantes como *Nothofagus*.

Características generales:

1. Presentan una fase dicariótica de corta duración entre la plasmogamia y la cariogamia (en los *Basidiomycetes* de larga duración)
2. **Asco**: célula saciforme con número, en general definido de ocho, ascosporas
3. **Ascosporas** originadas por formación de células libres tras la cariogamia y la meiosis
4. Micelio septado
5. La mayoría producen un cuerpo fructífero o **ascocarpo** que rodea las ascas
6. No hay células flageladas
7. En general presentan dos fases: fase ascógena (fase perfecta), sexual (teleomorfo) y una fase conídica (fase imperfecta), asexual (anamorfo)
8. En algunos hongos no se ha encontrado la fase conídica
9. En muchos hongos no se conoce la fase ascógena (*Deuteromycotina*)

Importancia

- Constituyen junto con los *Basidiomycetes* los hongos superiores, con estructuras complejas
- Se presentan en una gran variedad de medios ecológicos:
 - Parásitos inconspicuos
 - Saprófitos con grandes cuerpos fructíferos
 - Hipógeos (bajo tierra)
 - Coprófilos (sobre el estiércol)
- Aspecto económico:
 - Destrucción de cosechas
 - Procesos de fermentación (levaduras, pan, cerveza, etc.)

Clase Basidiomycetos

Producen sus esporas sobre unos pequeños órganos a modo de mazas, formando una especie de racimo microscópico de, generalmente, 4 esporas. Su origen se piensa que es a partir de los Ascomycetos.

Características generales:

- Micelio de hifas bien desarrollado, septadas
- Producen basidisporas en basidios, unicelulares, haploides o a veces binucleados
- Las basidisporas son el resultado de plasmogamia, cariogamia y meiosis, 4 basidiosporas, homólogas a ascosporas

Importancia, la clase *Basidiomycetes* agrupa a los hongos más complejos

- Patógenos, royas (*Uredinales*) y tizones (*Ustilaginales*)
- Destruedores de madera
- Valiosos por establecer micorrizas
- Comestibles (champiñones, niscalos, boletos, rebozuelos, etc.)

Esta clase se divide en 3 subclases:

Subclase *Holobasidiomycetidae*: se caracterizan por tener basidios no septados (holobasidios) y basidiocarpo presente. En ella se incluyen:

Boletos, agaricales (champiñón, pleurotus, shii-take, *Volvariella volvacea*), pedo de lobo (*Lycoperdum perlatum*), falos (*Phallus* sp.), etc.

Subclase *Fragmobasidiomycetidae*: tienen basidios septados (fragmobasidios) y basidiocarpo presente. En ella se incluyen diversos parásitos y saprófitos.

Subclase *Teliomycetidae*: presentan basidios espetados y no tienen basidiocarpo. Incluyen los hongos patógenos conocidos como royas (*P. graminis*, roya negra de los cereales) y carbones (tizones), además de los basidiomicetos levuriformes. Se separan en dos órdenes: *Uredinales* y *Ustilaginales*.

2.1.2.3 Reproducción y Ciclo Biológico

La reproducción es la formación de nuevos individuos con características típicas de la especie. En el caso de los hongos podemos observar que hay dos formas para dar origen a nuevos individuos: la sexual y la asexual. A esta última también se le conoce como somática o vegetativa, debido a que no involucra fusión de núcleos. Se puede dar por fragmentación del micelio, el cual al colocarse bajo condiciones adecuadas de temperatura, humedad y substrato, da origen a un nuevo individuo. Esta forma de reproducción es muy utilizada para multiplicar los hongos comestibles en el laboratorio, pues permite mantener las características de la cepa que se está cultivando (Herrera y Ulloa, 1990).

En otros casos el micelio da origen a esporas asexuales por división mitótica; las cuales se denominan según el nombre de la estructura que las produce. A las que se forman por simple fragmentación del micelio se les conoce como artrosporas u oidios; a aquellas que se producen sobre hifas especializadas denominadas conidióforos, se les llama conidiosporas; a las que se producen dentro de estructuras en forma de saco (esporangio), esporangiosporas, (Hawksworth et al., 1997).

Las basidiosporas de los hongos comestibles germinan cuando entran en contacto con un substrato y encuentran una temperatura, pH y humedad adecuadas para su crecimiento. Dan origen a un micelio primario bien desarrollado, conocido como homocarión por tener un solo tipo de núcleos generalmente haploides. En algunas especies donde es bien conocido que únicamente hay un núcleo por compartimento hifal se le llama monocarión. En estos casos, los términos se utilizan como sinónimos. En la mayoría de los basidiomicetos el micelio homocarión no fructifica, pero es capaz de crecer vegetativamente. En ciertos tipos de hongos comestibles, puede formar esporas asexuales del tipo oidio que al germinar dan origen a micelio homocarión como en el caso de *Auricularia*, favoreciendo con esto la invasión del substrato. En otros casos

como el de *Coprinus lagopus*, los oidios funcionan como gametos masculinos y se unen a hifas de micelio compatible para formar el micelio heterocariótico, típico de la reproducción sexual.

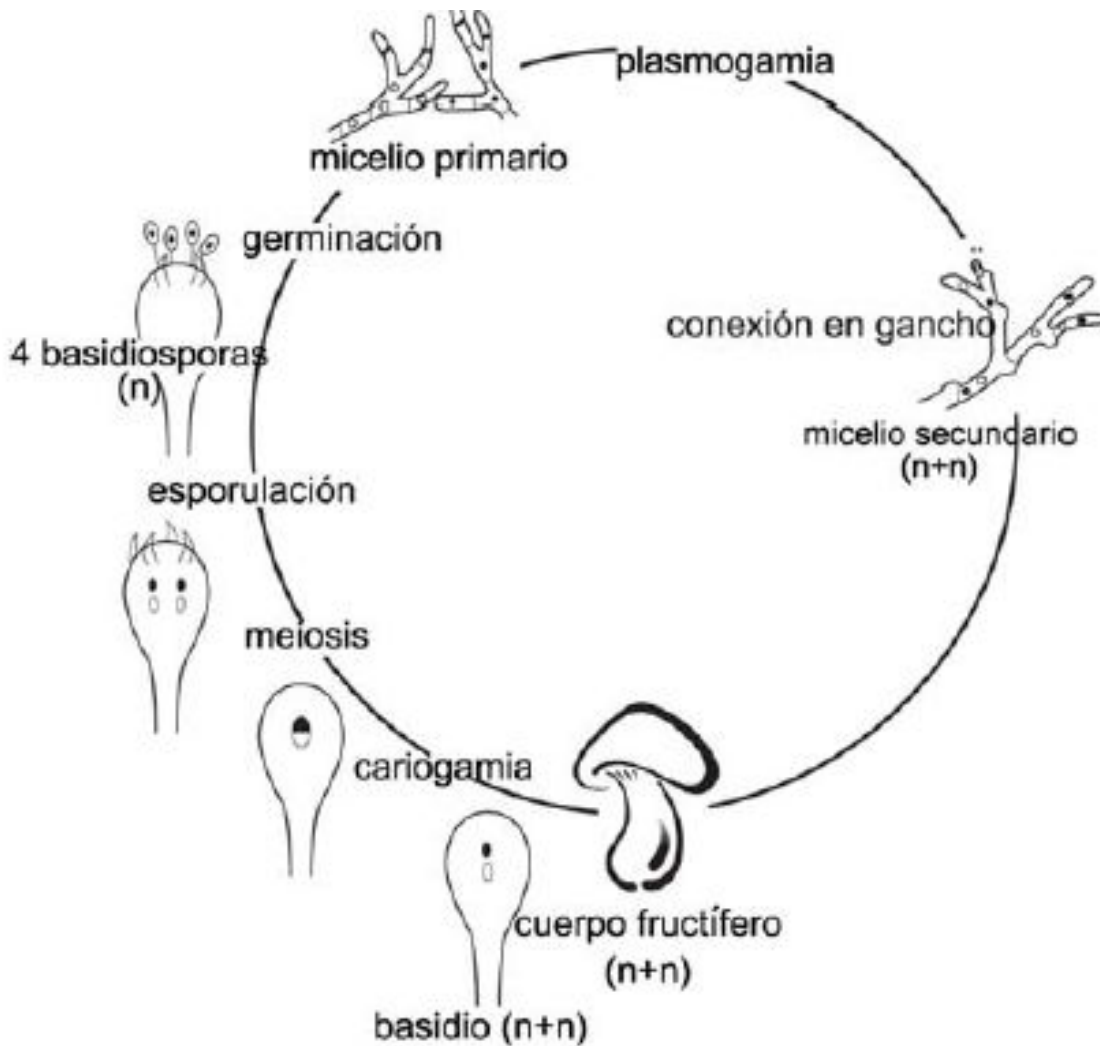
Para que el cuerpo fructífero (seta) se desarrolle, es necesario que dos micelios homocarióticos compatibles se fusionen y por disolución de la pared del punto de contacto, formen compartimentos hifales de citoplasma continuo y con dos tipos de núcleos provenientes de cada uno de los compartimentos que se fusionaron. Es a partir de éstos, que por divisiones conjugadas de ambos tipos de núcleos y su posterior migración, hacia los compartimentos de compatibilidad sexual contraria al núcleo que migra, se forma el micelio heterocarión o dicarión, según sea el caso. A este tipo de micelio también se le conoce como micelio secundario. El micelio que presenta este tipo de estructura es frecuentemente identificado como heterocarión, y el que no las tiene como homocarión. Esto no es del todo verdadero, pues en un buen número de hongos el heterocarión no las forma (Casselton, L.A., 1978).

El micelio heterocarión es capaz de crecer vigorosamente y de multiplicarse vegetativamente en esta condición de forma indefinida. Esto ha permitido mantener las características de alta producción, color, sabor y excelente calidad culinaria, de muchas de las cepas de hongos comestibles que en la actualidad se cultivan comercialmente en diferentes partes del mundo. Por tanto, éste es el tipo de micelio que muchas casas comerciales y laboratorios vende a los cultivadores de hongos comestibles, quienes al inocularlo sobre el substrato lo multiplican.

Aun cuando la inducción y la formación de los basidiocarpos o setas son reguladas por la interacción de un gran número de factores, se pueden mencionar que éstas son favorecidas por los cambios bruscos de humedad y concentración de CO₂ (Lahman, 1996). La cariogamia de los núcleos que forman el micelio heterocariótico, se presenta en las puntas de las hifas que forman la capa fértil del basidiocarpo (himenio), dando origen a basidias monocarióticas y diploides. Posteriormente el núcleo (2n) presenta meiosis y da origen a cuatro núcleos haploides (1n) que migran hacia los esterigmas, para formar las basidiosporas generalmente haploides y con un solo tipo de núcleo. Las basidiosporas maduras son liberadas y pueden ser diseminadas por el viento, insectos,

agua, animales y otros factores, para dar origen a hifas somáticas uninucleadas e iniciar nuevamente el ciclo de vida del hongo.

Figura 2. Ciclo Biológico de un Macromiceto



Fuente: STAMETS 1993

2.1.2.4 Morfología

En el hongo hay que diferenciar dos partes fundamentales: el cuerpo vegetativo y el cuerpo reproductor. El cuerpo vegetativo, que se encuentra bajo tierra, está formado por unos filamentos llamados hifas que pueden ser unicelulares (con una sucesión de nucleos), y pluricelulares. El conjunto de todas las hifas es el micelio. El es el que se encarga de absorber las sustancias minerales del suelo para alimento del hongo. El micelio en realidad es el hongo, ya que la seta (a la que vulgarmente se llama hongo), es su aparato reproductor.

Solomon en 1996 publica una edición de las principales partes que componen a una seta son:

Sombrero (píleo):

Es lo primero que llama la atención, de forma que se observa el tamaño, midiendo sus diámetros, ya que en las descripciones siempre nos darán un intervalo de más o menos unos centímetros. Es importante ver la forma o formas pues, a veces, este aspecto puede ser permanente o cambiar a lo largo de su desarrollo; se puede hablar así de sombreros que van desde convexos a planos e incluso hundidos en su madurez.

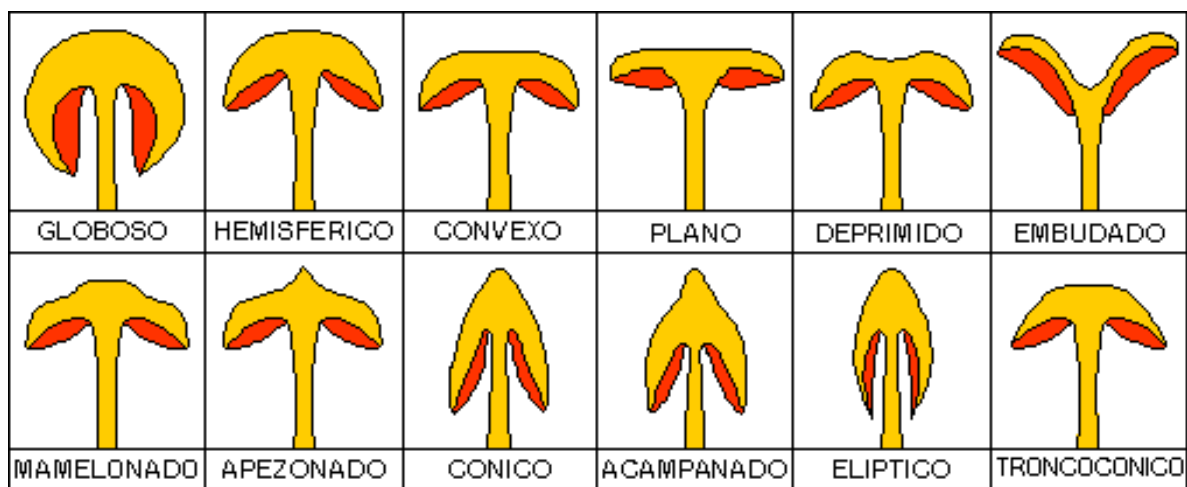


Figura 3. Morfología del píleo de un Macromiceto

Fuente: Alexopoulos & Mims (1985)

La cutícula

En cuanto a la cutícula o piel que recubre el sombrero, es muy diferenciable el color o colores; este carácter, aparentemente sencillo, a veces resulta un tanto confuso, cuando se trata de tonalidades y matices más o menos subjetivos. Puede ser también distinto según el estadio de crecimiento y puede aparecer modificado por una serie de factores como la lluvia. El color se debe a la superposición de un conjunto de pigmentos, de los cuales algunos pueden ser disueltos por agentes externos y como consecuencia cambiar su aspecto.

Su superficie puede ser lisa, con fibrillas, aterciopelada, con escamas, dispuestas de distintas formas, con verrugas, placas, etc, cubriendo toda la superficie o sólo el centro. Además de este tipo de ornamentación pueden aparecer ciertas manchas o zonas circulares concéntricas que caracterizan a determinadas especies. El espesor de la cutícula, así como la separabilidad de la carne es un elemento más.

Por último hay un carácter importante en muchas especies, es lo que se conoce como higrofanidad o transparencia que presentan con la humedad, lo que produce un cambio de color, que al secarse se aprecia fundamentalmente por los bordes.

El margen.

En el margen del píleo podemos apreciar su perfil, que puede ser recto, curvado, e incluso enrollado; puede ser fino o grueso; puede presentar estrías, acanalaciones, o simplemente liso; puede estar entero o rajarse radialmente al madurar. Si posee una ornamentación distinta al resto del sombrero, y si puede aparecer con una serie de ondulaciones, en este caso se dice que el margen es lobulado.

La carne.

El espesor y la consistencia, son factores más objetivos, pues siempre se puede apreciar especies carnosas, compactas, frágiles, con abundante carne, escasa o prácticamente inexistente. En el corte se puede ver su color, y más aún las variaciones que puede presentar al contacto con el aire. Esta variabilidad es importante, por ejemplo, en el género *Boletus*, en sentido amplio, pues muchos azulean al corte, o en el género *Leccinum* que ennegrece.

Himenio.

El himenio es la zona fértil de la fructificación fúngica (carpóforo), es decir donde se encuentran las células que van a formar las esporas. En las setas, y en la parte inferior del sombrero, este himenio puede estar recubriendo tres tipos de elementos, que van a separar distintos grupos de setas. Puede estar tapizando el interior de tubos, aunque en realidad lo que observamos son poros de diversas formas, tamaños y colores; puede cubrir unos elementos parecidos a agujijones, o lo más común, estar sobre las láminas y lamélulas, estas últimas de menor tamaño. En ocasiones, el himenio, está recubriendo a pliegues o falsas láminas.

El pie

En el pie pueden apreciarse el anillo o faldilla y la volva. Pueden ser de distintas formas ovalados, fusiformes, atenuados y generalmente cilíndricos.

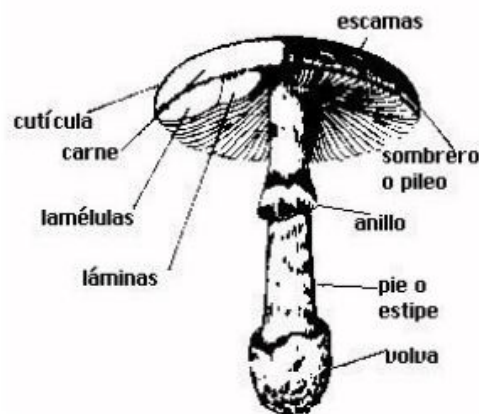
El anillo

El llamado velo parcial, cubre y protege a las láminas, pero al madurar queda sobre el pie, formando anillos persistentes, o fugaces (que desaparecen fácilmente), simples o dobles, fijos o móviles.

La volva.

Es como un saco que envuelve la base del pie y que se convierte en uno de los caracteres más importantes. En muchos casos, esta volva puede pasar desapercibida al quedar enterrada. Esta volva es parte del velo general que envuelve a toda la seta y es solo frecuente en algunos grupos por lo que es un buen criterio para la identificación.

Imagen 4. Morfología de un Macromiceto



Fuente: Solomon, 1996

2.1.2.5 Aplicación

Varias especies de macromicetos son considerados como manjares y son cultivadas y cosechadas para el consumo humano (Wessels, 1993). Las especies microscópicas,

incluyen géneros como *Aspegillus*, *Penicilium*, *Saccharomyces*, que son conocidas por su impacto positivo en la vida humana. Estos hongos se han cultivado por sus actividades metabólicas, ya sea como productores de enzimas degradativas o como sintetizadores de metabolitos (Bennett, 1998).

Los hongos han sido importantes tanto en los procesos biotecnológicos antiguos como en los modernos sin olvidar la gran importancia que tienen en la naturaleza y que aún lejos de ser estimada; los procesos que utilizan hongos incluyen, fabricación de bebidas fermentadas, producción de antibióticos, producción de enzimas etc. (Bennett, 1998), y en este caso su cultivo y cosecha como una fuente directa de proteínas y sus demás beneficios nutricionales-medicinales.

Los hongos comestibles se conocen desde tiempos remotos como una fuente tradicional de nutrición entre diversos pueblos (Guzmán et al., 1993). Su incomparable gusto y aroma, alto contenido de proteínas, así como la presencia de vitaminas y minerales atestiguan su valor en la dieta humana. Datos recientes indican la presencia en los hongos comestibles de compuestos biológicamente activos como anticancerígenos, estimulantes de la función hepática, inmunomoduladores y anticolesterol (Wasser y Weiss, 1999).

Según Medina, R (2006) el cultivo de hongos comestibles en América comenzó en México central en 1933, seguido por Argentina en 1941, Colombia en 1950, Brasil en 1951, Chile en 1959, Guatemala en 1960, Perú en 1960, Ecuador en 1967, Venezuela en 1968, Costa Rica en 1969 y Bolivia en 1989.

2.1.2.6 *Lentinula edodes* Shiitake

Figura 5. Shiitake que crece en un tronco.



FUENTE: (Mushroom Growers' Handbook 2, 2005)

El Shiitake es un hongo tradicional de Japón, Corea y China, es apreciado tanto por su sabor como por sus beneficios sobre la salud. Ha sido cultivado en las regiones montañosas de Asia por más de mil años mediante técnicas tradicionales y solo en los últimos treinta años, se comenzó el estudio de técnicas superiores de cultivo para lograr rendimientos adecuados para su comercialización al mundo occidental (Oei 2003).

El nombre de Shiitake es tomado del idioma Japonés, “Shii” es un tipo de árbol (Roble, *Quercus* sp.) donde crece naturalmente y “take” significa hongo. También se le conoce como “hongo negro del bosque” o “Shiang-gu” del chino hongo con aroma. Actualmente Shiitake figura entre los más populares de los hongos gourmet y ocupa el segundo lugar en la producción mundial de los hongos. (Fung, 2002).

2.1.2.6.1 Historia

El Shiitake (*L. edodes*) empieza a formar parte de la historia del hombre hace unos mil años, cuando se le descubrió creciendo en robles y otros árboles de las montañas asiáticas. Durante el apogeo de la dinastía Sung (960- 1127 D.C) Wu Sang Kwuang, un agricultor chino, descubrió que el Shiitake podía crecer en troncos donde ya lo había hecho con anterioridad, una vez estos fueran remojados en agua. La historia taxonómica del Shiitake se remonta al año de 1877, cuando Berkely propuso el nombre de *Agaricus edodes* para su clasificación. De allí en adelante, la seta fue cambiando de género en género pasando por *Collybia*, *Armillaria*, *Lepiota*, *Pleorotus* y *Lentinus*, esta última clasificación dada por Singer. Recientemente Pegler denominó al Shiitake *Lentinula edodes* por las diferencias microscópicas que existían con respecto a su última clasificación (*Lentinus*). Aun así, son muchos los autores que siguen refiriéndose al Shiitake como *Lentinus edodes*, aunque lo mas correcto es nombrarlo como *Lentinula edodes* (Stamets, 2000).

En cuanto a la tecnificación del cultivo de Shiitake, en 1904 el doctor japonés Shizaburo Mimura dio el primer paso publicando un estudio sobre la inoculación de troncos con un cultivo micelial. Después de esto el Shiitake se hizo más popular y aceptado en el mundo al punto de encontrarse, hoy por hoy, variedades silvestres donde hace algunas décadas no existían, por ejemplo, en los estados de Washington y California en los Estados Unidos.

2.1.2.6.2 Morfología

Morfológicamente se caracteriza por tener sombrillas de 5 a 25 cm. de ancho, las cuales son hemisféricas, y se expanden de forma convexa tendiendo a ser planasal al madurar. Estas sombrillas tienden a una coloración café a medida que madura el hongo y se encuentran sostenidas por un tallo fibroso. El micelio se caracteriza por ser blanco al principio y más tarde café.

A nivel microscópico, el Shiitake se caracteriza por tener esporas blancas de 5-6 x 3-3.5 micrómetros, de forma ovoide que se agrupan de a 4 en basidiosporas. Su sistema de hifas es monomítico y no posee pleurocistidia. (Universidad de Extremadura, op. cit).

2.1.2.6.2.1 Clasificación Científica

Cuadro 3. Clasificación del Shiitake

Reino:	<i>Fungi</i>
División:	<i>Amastigomycota</i>
Clase:	<i>Basidiomycetes</i>
Orden:	<i>Agaricales</i>
Familia:	<i>Tricholomataceae</i>
Genero:	<i>Lentinula</i>
Especie:	<i>edodes</i>
Nombre Binomial	<i>Lentinula edodes</i>

Fuente: Solomón, 1996

2.1.2.6.3 Propiedades Nutricionales.

Otros estudios realizados según Crisand y Sands (1978) citados por Miles y Chang (1997) muestran que el Shiitake no posee más de 17% de proteína cruda; si bien esta cantidad de proteína es baja si se le compara a la obtenida por la carne, en él se encuentran todos los aminoácidos esenciales para el hombre

Cuadro 4. Composición de aminoácidos esenciales del Shiitake

Aminoácidos	Cantidad (mg/g de proteína pura)
Arginina	348
Histidina	87
Leucina	348
Isoleucina	218
Lisina	174
Triptofano	-
Treonina	261
Metionina	87
Fenilalanina	261
Valina	261

Fuente: Crisan 1968

Esta composición incluye leucina y lisina en grandes cantidades, las cuales por lo general están ausentes en la mayoría de cereales y sus subproductos.

Según Aoyagi et al. (1993), los contenidos de humedad, calcio, potasio, fósforo y zinc de los cuerpos fructíferos de Shiitake son superiores cuando se cultivan en sustratos de aserrín de madera que cuando se cultivan en trozos de madera, sin embargo el contenido de nitrógeno de la seta Shiitake está íntimamente relacionado con el contenido de nitrógeno del sustrato.

2.1.2.6.4 Propiedades medicinales

Ji-Yeol Lee (2006) indica que el Shiitake demostró poseer una potente influencia en el combate contra virus como los del VIH y el de la Hepatitis, ya sea como preventivo o como acelerador de la curación en hepatitis A y C, y demostró una gran capacidad para aliviar el síndrome de fatiga crónica, la gripe epidémica y otros virus de aparición estacional.

Desde los tiempos de la China dinástica se solía consumir el Shiitake ya fuese fresco, deshidratado o cocido para combatir diferentes males de salud, dentro de los cuales se encontraban el sarampión, dolores de estómago y cabeza, fatiga, colesterol alto, arteriosclerosis, presión alta, enfermedades hepáticas, diabetes, gripes y resfriados. (Vicobos, op. cit). Aunque actualmente se sigue recomendando consumirlo como lo hacían en aquel entonces para promover una buena salud, las investigaciones médicas actuales se han enfocado en el filtrado del cultivo sumergido de Shiitake, el cual ha sido utilizado experimentalmente y con éxito en la protección de células hepáticas de lesiones inmunológicas producidas por citotóxicos, en el bloqueo de la replicación del herpes simplex tipo 1 en células de riñón de mono verde; en la inhibición de lesiones agudas de la mucosa gástrica, en la disminución de la fatiga y en la disminución de los niveles de glucosa plasmática, colesterol y triglicéridos en ratas (Hahafusa, op. cit).

A partir de éstas y otras investigaciones, se han podido demostrar importantes efectos medicinales (científicamente comprobados) dentro de los que se encuentran su efecto anticancerígeno, antiviral, antibacterial, hipolipidémico, reductor de la presión arterial,

la viscosidad sanguínea y la fatiga, además de que se ha comprobado su efecto en la libido (afrodisíaco) entre otros. (Vicobos, op. cit) 10 La Tabla 1 resume los metabolitos y/o compuestos activos más importantes del Shiitake (*L. edodes*) y sus aplicaciones en el área de la salud.

2.1.2.6.4.1 Productos del metabolismo del Shiitake

Del metabolismo del Shiitake (*L. edodes*) se obtienen muchos productos, entre los cuales se encuentran:

Lentinán: Es un polisacárido (27.5 kDa) β -1-3-D-glucano con ramificaciones en la posición 6 y de estructura triple hélice (Figura 2 y 3). Akiyama (1981), encontró que este exopolisacárido posee propiedades anticancerígenas (cáncer de intestino, estómago y ovarios), que estimula la secreción de citocinas por células T y que incrementa la generación de linfocitos T citotóxicos y células NK en presencia de interleuquina 2. Además, halló que el Lentinán inhibe el crecimiento de las especies *Physalospora priricola*, *Botrytis cinerea* y *Mycosphaerella arachidicola*, la actividad de la HIV-1 transcriptasa reversa y la proliferación de células de leucemia. Otros autores han demostrado que normaliza parcialmente la caquexia inducida por factor de necrosis tumoral (TNF- α), que inhibe la infección (in vitro) célula a célula de los virus VIH 1 y VIH 2 y que aumenta la resistencia del organismo a infecciones bacterianas, fúngicas, virales y parasitarias (Hatvani, op. Cit)

Eritadenina: Es un derivado acíclico de adenosina y un hipolipidémico que disminuye la tasa de colesterol, fosfolípidos y moléculas derivadas de el fosfatidil colina en el plasma sanguíneo entre un 5% a un 10%.

Inductor de Interferón γ : Es usado en el tratamiento contra el cáncer, como antiviral y como antiinflamatorio. Se han obtenido buenos resultados en el tratamiento de la hepatitis B y C y SIDA (Chihara, 1970).

Ergosterol: Es un precursor de la vitamina D, necesario para la absorción de calcio y potasio y eficaz en el tratamiento de cáncer de colon.

Ácido linoléico: Es un precursor de la prostaglandina, eficaz en el tratamiento de problemas de erección masculina.

Aminoácidos: Glutamina, Arginina, Glicina, Serina, Metionina y Cisteína.

Quitina: Disminuye las concentraciones de colesterol en el plasma sanguíneo (Vicobos, *op. cit.*).

Equipo enzimático: Se encuentra la súper-óxido dismutasa, que disminuye la peroxidación de lípidos (tratamiento anticancerígeno); la asparaginasa, eficaz en el tratamiento de la leucemia infantil; la manganeso peroxidasa y la lacasa peroxidasa, estas últimas estudiadas por Koga *et al.* (1995), quienes determinaron que el sistema lignolítico del Shiitake estaba expresado en su metabolismo secundario y que la capacidad de degradar lignina era dependiente de la presencia de magnesio. Otras enzimas como las fenol oxidasas, celulasas y xilanasas han sido publicadas por Lasota quien analizó el efecto de estas en la digestión de residuos de maíz por *L. edodes* y *Pleurotus ostreatus*, siendo el más eficiente el *Lentinula*.

Minerales: Sodio, Potasio, Sílice, Magnesio, Aluminio, Calcio, Hierro, Fósforo, Azufre y Zinc, (el cual aumenta los niveles de testosterona en el plasma.)

Otros constituyentes: También se encuentran el LC11, un β -1-6-D-glucano con ramificaciones en la posición 1-4; peptidomanano KS2, monoglicéridos y ácidos libres, fosfolípidos como el fosfatidil etanolamina y la cardiolipina y cerebrósidos, estos últimos, constituyentes de las neuronas, espermatozoides, leucocitos y hematíes y de gran ayuda en la lucha contra el mal de Fabry (Izuka, 1997).

2.1.2.6.5 El Shiitake en la Gastronomía

El Shiitake es consumido en las más diversas formas que se puede imaginar de un hongo comestible. En primer lugar, como hongo fresco, condición en la cual alcanza su mejor precio; deshidratado, lo que permite acentuar más los sabores y aromas; molido, para saborizante, extractos líquidos; un tipo de vino que producen los japoneses e incluso galletas y dulces de este hongo. (Mori K., 1974). También se ha encontrado que en lo referente a las formas de consumo del hongo, una de las preferidas es en fresco pero también deshidratado, y algunos consumidores han manifestado detectar mejor sabor y aroma, siempre y cuando el hongo se haya molido o pulverizado.

El Shiitake tiene muchas aplicaciones tanto en la cocina china como en la cocina japonesa, sin olvidar otras tradiciones culinarias del este y sureste asiático, aunque menos divulgadas. Este hongo se sirve como parte de una sopa muy arraigada, y también de un plato vegetariano muy difundido llamado “dashi amén” de formar parte de un buen número de recetas que incluyen la cocción al vapor.

En Tailandia, el Shiitake se consume tanto frito como cocido al vapor. A menudo el Shiitake se seca y se vende como alimento envasado en paquetes; una vez desecado debe ser rehidratado empapando en agua antes de proceder a su consumo. Mucha gente prefiere el Shiitake fresco al secado, considerando que el proceso de secado al sol hace que se pierda parte del exquisito sabor del umami de las setas, perdiendo tanto proteínas como aminoácidos.

Hoy, las setas del Shiitake han llegado a ser populares en muchos otros países también fuera de su círculo original. Rusia produce y también consume grandes cantidades de ellas, vendidas sobre todo en conserva de vinagre; y el Shiitake se está haciendo lentamente un hueco en la cocina occidental también. Hay una industria global de producción del Shiitake, con granjas locales en la mayoría de los países occidentales además de importación a gran escala que viene aún de China y Japón hacia los países occidentales que son consumidores. (Wikipedia, la enciclopedia libre.htm)

2.1.2.6.6 Cultivo

Las principales formas de cultivo artificial del Shiitake son en troncos o en bolsas, substratos artificiales y que tienden a imitar la madera. Este hongo crece en forma natural en troncos muertos o árboles moribundos de hoja ancha que crecen en Asia, particularmente del árbol denominado Shii por los japoneses. El hongo se disemina en forma natural en los países asiáticos, coincidiendo con el principal lugar de consumo de esta delicadeza gastronómica (Luo, X., 2004).

2.1.2.6.6.1 Cultivo en troncos

Anteriormente solo se empleaban para el cultivo del Shiitake troncos de encino, ahora son utilizadas varias especies de maderas, principalmente de la familia Fagaceae, como *Betula*, *Carpinus* y *Castanopsis*, entre otras (Fukuda, 1987).

Los troncos son generalmente cortados durante el otoño y se pueden inocular en 15 a 30 días después del corte. Si los troncos son cortados durante el verano, la corteza se desprende con facilidad e incrementa la posibilidad de contaminación por organismos competidores y además el contenido de azúcares presentes en la madera es menor. El tamaño adecuado para los troncos es de un diámetro de 7 a 15 cm y una longitud de 1 a 1.5 m. A cada tronco se le hacen perforaciones con un taladro eléctrico, éstas son de 1.0-1.5 cm de diámetros y de 1.5-2.0 cm de profundidad, espaciados de 20 a 30 cm del eje longitudinal del tronco y con 5-6 cm entre cada hilera del eje. El número de perforaciones es de aproximadamente 2 por cada 30 cm² de madera. El inóculo para los troncos puede ser de micelio en piezas de madera del tamaño de las perforaciones o de micelio en aserrín enriquecido. Posteriormente las perforaciones son selladas preferentemente con cera de abeja o con parafina para evitar la pérdida de humedad del inóculo y para prevenir la entrada a otros microorganismos. El tiempo de incubación es de 6 a 12 meses dependiendo de la especie de árbol utilizada, tamaño del tronco, tipo de inóculo, humedad y temperatura, entre otros factores. La temperatura de incubación que favorece el crecimiento es de 20 a 25 °C. Después de este periodo, los trocos son sumergidos en agua a 10 °C por 12 h para inducir la fructificación. Posteriormente son

colocados en condiciones naturales o de invernadero, arreglados del tal manera que, favorezca la producción de los hongos, a una temperatura de 15 a 20 °C y una humedad relativa de 85 a 90 %.

2.1.2.6.6.2 Cultivo en bolsas, bloques o troncos sintéticos.

El aserrín de maderas es el ingrediente principal comúnmente utilizado, combinado con otros complementos en diversas formulaciones. Las pajas, olote de maíz y bagazo de caña, también son utilizadas. Éstos, son suplementados principalmente con salvado del trigo, salvado del arroz, mijo, centeno y maíz. Estos suplementos sirven como fuente de nutrientes para un óptimo crecimiento del hongo (Royse, 1996).

Los ingredientes se mezclan y se les agrega agua hasta alcanzar una humedad entre el 60 y 70%. La mezcla se coloca en bolsas resistentes al calor, en cantidades de aproximadamente 2.5 kg de sustrato por bolsa. Éstas, son principalmente de polipropileno y deben de contar con un filtro para permitir el intercambio de gas. Se esterilizan a 121 °C por 1.5 a 2 h, se dejan enfriar y se inoculan. El micelio cubre el sustrato en 20 a 25 días, se empiezan a formar chichones o protuberancias que no son otra cosa mas que agregaciones hifales. También se forma un pigmento café oscuro y posteriormente viene el endurecimiento de la cubierta.

Al quitar la bolsa total o parcialmente al bloque, éstos se someten a una inducción de fructificación a baja temperatura o remojo. También se pueden colocar simplemente en el área de producción a 16-18 °C y 85-90% de humedad relativa. A las 3 a 4 semanas aparecen los primordios y 7 a 10 días más tarde los hongos son adultos.

Las ventajas principales de utilizar los bloques o troncos sintéticos en lugar de la producción en troncos, es que los tiempos se acortan y la eficiencia aumenta. El ciclo de cultivo es de 4 a 6 meses a partir de la inoculación hasta la última cosecha. Las eficiencias biológicas varían de 75 a 125 %. En contraste, el ciclo de cultivo en troncos naturales es de aproximadamente 6 años con una eficiencia biológica de 33%.

Los métodos modernos de cultivo de Shiitake utilizan generalmente como sustratos virutas y aserrín de maderas más un suplemento rico en nitrógeno, como el afrecho de

trigo, arroz, avena, cebada, soya. El eucalipto produce hongos de buena calidad y se evita el tener que usar árboles nativos. También se utiliza residuos de la elaboración de productos agrícolas, tales como cáscaras de café, tortas de oleaginosas, melaza, tucas de maíz, residuos de caña de azúcar. En general, se puede establecer que no existe una receta única y que el productor debe experimentar la producción con los recursos disponibles y que resulten más económicos (Royse, 1986).

2.1.2.6.7 Mercado y comercialización

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, 1995).

Según la International Society for Mushroom Science de Inglaterra, en el mundo se consumen alrededor de 3 millones de toneladas de hongos de treinta especies diferentes. El mercado se encuentra segmentado en dos partes, consumo de hongos cultivados (2 millones de toneladas) y el consumo de hongos silvestres (1 millón de toneladas); estas cifras tenderán a elevarse en la medida en que crezca la preferencia por productos saludables y por vegetales ricos en proteínas.

En contraste con los países productores de Norteamérica, Europa y, sobre todo Asia, la producción de hongos comestibles es una actividad relativamente nueva en Latinoamérica, aunque con amplias perspectivas y una dinámica interesante, el subcontinente participó en el 2002 con el 17% de la producción mundial, situación que países como México, Chile y Brasil han sabido aprovechar. El consumo per cápita mundial de setas y hongos en el 2001 se estimó en 0,44 kg por persona al año, con un crecimiento promedio anual de 3,8%.

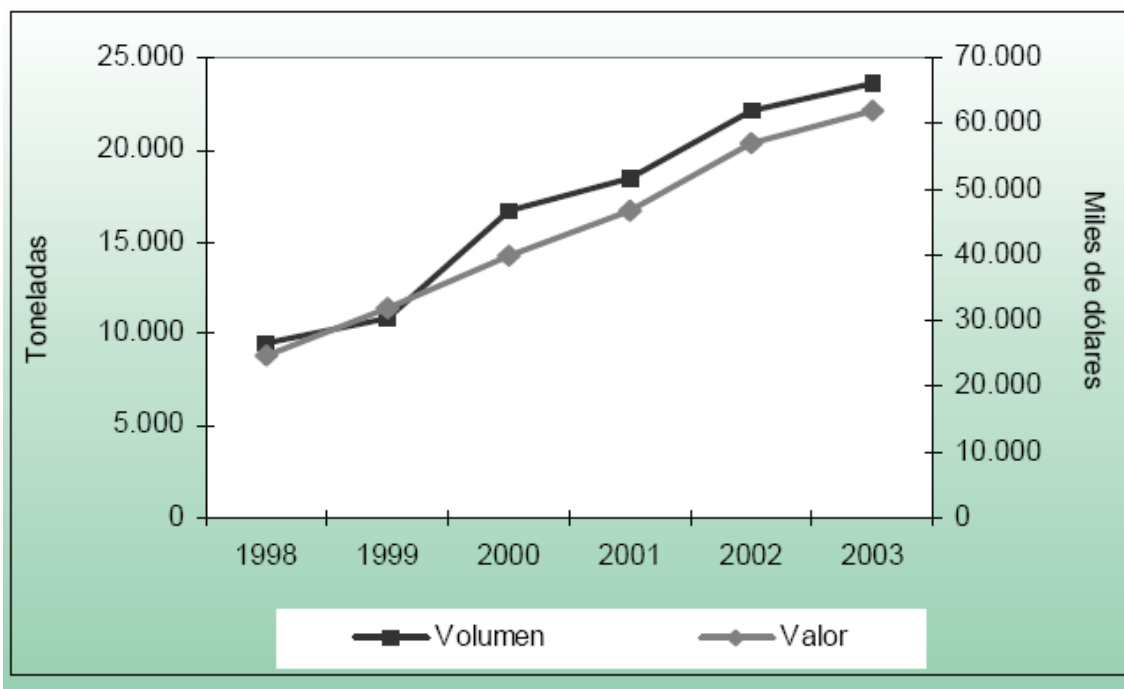
El consumo mundial es jalonado por países asiáticos con tradición en el consumo y nivel poblacional alto, aunque en los últimos años el consumo de setas y hongos ha tendido a generalizarse, presentando un interesante potencial de mercado. Estados Unidos es un mercado atractivo para las setas y los hongos, si se tiene en cuenta que la

producción se incrementó en 4% entre 1995 y el 2002, las importaciones de hongos frescos crecieron en un 30% promedio anual en estos mismos años, y el consumo tuvo una tasa de crecimiento del 1,8% entre 1993 y el 2002, siendo ésta una tasa significativa si se considera el tamaño de la economía estadounidense.

En el 2003 Estados Unidos importó 23 millones de toneladas de hongos por valor de 23 millones de dólares; estas importaciones se concentraron en dos productos: champiñones frescos o refrigerados de la variedad Agaricus y champiñones frescos o refrigerados diferentes al género Agaricus (Shiitake, Pleurotus, silvestres etc). Corporación Colombia Internacional-Ministerio de Agricultura y Desarrollo Rural de Colombia.

Gráfico 6. Gráfico del Crecimiento de las Importaciones en EEUU

IMPORTACIONES ESTADOUNIDENSES DE HONGOS 1998-2003



FUENTE: Fast On line, Corporación Colombiana Internacional, 2005

Este crecimiento se debe principalmente a mejoras en la tecnología de producción de diversos hongos, que posibilitan tener mejores precios y un mayor volumen. Esta 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 mas sana y

adecuada. Está científicamente comprobado que el consumo de hongos comestibles otorga beneficios a la salud del ser humano.

El hongo Shiitake posee cualidades medicinales y nutricionales alineadas con esta tendencia mundial hacia el consumo de productos sanos. Este hongo aparece como un componente semi-manufacturado y un producto orgánico. El Shiitake es muy conocido en el mercado asiático, en especial en el Japón, donde tiene el mayor consumo per cápita del mundo, 2.17 kg por persona al año.

2.2 FUNDAMENTACIÓN FILOSÓFICA

La presente investigación se basa en el paradigma naturalista, según Álvarez, M. y col., 2003 la actividad agroindustrial en el Ecuador produce anualmente miles de toneladas de desperdicios. Algunos de ellos van a contaminar fuentes de agua, otros incrementan los botaderos de basura, convirtiéndose en focos de contaminación y otros se quedan en el suelo dificultando las labores en la siguiente siembra.

La producción de hongos comestibles constituye la primera fermentación en fase sólida sobre desechos agrícolas que se tiene noticias. La tecnología del cultivo data de más de 2000 años, tradicionalmente ha sido y es un alimento de gran demanda por los valores nutritivos (Chang, 1978).

El cultivo de hongos comestibles es un proceso que permite liberar el recurso tierra ya que permite obtener grandes producciones en relativo poco espacio. Optimiza el uso de agua en comparación con otras actividades productivas primarias, se necesita solo 28 litros de agua por kilogramo de hongos en comparación de 500 litros para producir 1kg de papas (Mushroom Growers' Handbook 2, 2005).

La producción de setas representa una importante alternativa para la utilización de desechos ricos en lignocelulosa, material que representa cerca del 40% de la biomasa producida por la fotosíntesis y que no puede ser aprovechada en forma directa para la alimentación humana y animal, debido a su baja digestión. El cultivo de los hongos representan un proceso de bioconversión de estos desechos (Grodzinskaya, A., Infante, D. y Piven, N., 2002).

A principios del siglo XXI el Ministerio de Agricultura y Ganadería del Ecuador consideró que, el Ecuador es un país agrícola que sustenta gran parte de su economía en la producción agropecuaria y agroindustrial y que de este sector depende alrededor del 40% de la población ecuatoriana. Es por esta consideración que la población ecuatoriana debería considerar al cultivo de Shiitake una alternativa más de producción agrícola para ser parte del beneficio nutritivo que el producto posee.

2.3 FUNDAMENTACIÓN LEGAL

2.3.1 Acuerdo Ministerial

ACUERDO MINISTERIAL N-º 177 DEL MINISTERIO DE AGRICULTURA Y GANADERÍA DEL ECUADOR.

Cap III Art 5 num7.El Producto resultante de la descomposición biológica controlada de materiales orgánicos. Puede tener carácter comercial

2.3.2 Norma General del Codex

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

Ámbito de Aplicación

Esta norma contiene los requisitos generales aplicables a todos los hongos comestibles, frescos o elaborados, cuya venta permiten las autoridades competentes de los países consumidores, excepto los hongos cultivados envasados del género *Agaricus*. Podrán establecerse requisitos diferentes para los productos comprendidos en esta norma, en normas para grupos de productos o en normas para productos determinados.

2.4 CATEGORÍAS FUNDAMENTALES

2.4.1 Marco Conceptual: Variable Independiente.

Actualmente se buscan técnicas que permitan el aprovechamiento de los desperdicios agroindustriales y la fermentación de sustratos sólidos ha sido considerada en los últimos años como una alternativa favorable para la humanidad; esta tecnología consiste en el crecimiento de microorganismos sobre materiales sólidos que contienen determinada cantidad de agua libre (Babatunde, G., 1992)

2.4.2 Marco Conceptual: Variable Dependiente.

El Shiitake es el segundo hongo comestible en importancia en cuanto a producción másica mundial se refiere. Principalmente es cultivado en China, Taiwán, Tailandia, Corea, Malasia y en menor escala en Indochina, Nueva Zelanda y Rusia. En los primeros países el cultivo se realiza a nivel de planta familiar por lo que el desarrollo e información respecto al cultivo de este hongo comestible es bastante limitado. Japón es el mercado más importante del hongo Shiitake, donde crece de forma natural en árboles caídos. Sin embargo, como no pueden cortar árboles deben abastecerse de la oferta proveniente de China, país que actualmente cosecha el 90% del consumo mundial (Mushroom Growers' Handbook 2, 2005).

2.5 HIPÓTESIS.

H₀: el empleo de los desechos del procesamiento del brócoli y desechos forestales de Eucalipto puede ser aplicable para la producción de setas Shiitake.

H₁: el empleo de los desechos del procesamiento del brócoli y desechos forestales de Eucalipto no puede ser aplicable para la producción de setas Shiitake.

2.6 SEÑALAMIENTO DE VARIABLES

2.6.1 Variables independientes

La composición de los desechos de brócoli y desechos forestales de Eucalipto.

La cepa de hongo Shiitake

2.6.2 Variable dependiente

La producción de Shiitake.

CAPITULO 3

METODOLOGÍA

3.1 MODALIDAD BÁSICA DE LA INVESTIGACIÓN

La modalidad que se siguió fue:

- Investigación Bibliográfica-Experimental.

Se aplicó un diseño experimental con dos diferentes variables a fin de obtener buenos resultados experimentales de producción.

3.1.1 Diseño experimental

El diseño experimental que se utilizó es un diseño A x B con dos replicas con un total de 24 biorreactores para el control con 2kg por cada funda. Las variables de estudio fueron:

Variables

Niveles

A: Sustrato

a0: sustrato de brócoli

a1: 20% de reemplazo de aserrín en el sustrato de brócoli

a2: 40% de reemplazo de aserrín en el sustrato de brócoli

a3: 80% de reemplazo de aserrín en el sustrato de brócoli

B: Cepa

bo: *Lentinula edodes* laboratorio Wb-Laboratory – Canadá

b₁: *Lentinula edodes* de la Universidad de Pensylvania, USA (R-26)

3.1.2 Método

3.1.2.1 Producción de cepas

- Se sembraron las cepas en cajas Petri con Agar Patata Dextrosa colocando una pequeña porción del micelio en el centro de la caja,
- Se incubaron las cajas a una temperatura de 24 a 28 °C, durante cuatro semanas, hasta que la caja quedó cubierta totalmente con el micelio del hongo.

3.1.2.2 Preparación del inóculo

- Para el inóculo se utilizaron granos de trigo, se seleccionaron los granos para eliminar partículas ajenas, y se lavaron mediante enjuagues continuos con abundante agua.
- Se sumergió el trigo en agua fría durante 24 horas y se eliminó el exceso de agua.
- Se sometieron los granos en una solución de Benomyl al 0,02% por 10 minutos, posteriormente se lavó con enjuagues continuos y luego se escurrió.
- Se colocaron aproximadamente 400g de trigo hidratado en frascos de boca ancha y de capacidad de medio litro.
- Se esterilizaron los granos envasados en el autoclave a 121 °C por 2 horas. Se enfriaron los frascos y se los agitó con la finalidad de separar los granos y favorecer una aireación e hidratación homogénea.
- Con la ayuda de un bisturí estéril se repartió en porciones iguales el micelio de la caja Petri.
- Estas porciones fueron depositadas en los frascos con los granos de trigo, con un asa estéril. Se incubaron los frascos en un cuarto de fermentación a oscuridad por más de 30 días, a la temperatura de 22-24°C y humedad relativa de 60-70%, hasta que el micelio cubrió totalmente los granos.

3.1.2.3 Preparación del sustrato para la siembra:

- Se recolectó el residuo del procesamiento de brócoli generado en el proceso productivo de PROVEFRUT S. A. y el residuo forestal del proceso de corte de la madera de Eucaliptus en la provincia de Cotopaxi.
- Se trituró y drenó el residuo de brócoli cortado utilizando una licuadora industrial.
- El desecho reducido de brócoli se secó al sol hasta una humedad del 50%.
- Se mezclaron homogéneamente los residuos (brócoli + aserrín) según las proporciones del diseño experimental.
- Se lavaron las mezclas respectivamente con abundante agua y con benomyl al 0.02%, hasta que se encontraron libres de impurezas.
- Se enjuagó el desecho con agua limpia por 15 minutos.
- A las mezclas obtenidas se agregó 1% de CaCO_3 , 1% de Sacarosa y 1% de yeso orgánico como suplementos.
- Se esterilizaron los sustratos a 121°C durante 2 horas en una autoclave industrial.
- Se dejó enfriar hasta 20°C .
- Se mezcló homogéneamente con el inóculo preparado en una proporción del 5% del peso húmedo del sustrato.
- Se llenaron los biorreactores (fundas plásticas oscuras) con aproximadamente 2kg de sustrato preparado.

3.1.2.4 Incubación de los biorreactores

- Los biorreactores se colocaron en un estante, desinfectado con fungicida Benomyl al 0,02%, dentro de una cámara de fermentación, en oscuridad a una temperatura de $20 \pm 2^\circ\text{C}$ sin ventilación y tampoco iluminación.
- Al día 7 de incubación se realizaron perforaciones en los biorreactores (fundas plásticas) con agujeros de 0,5 cm. de diámetro separados por 8 cm. cada uno para permitir el intercambio de gases.
- Aproximadamente en 45 días el sustrato se encontró totalmente colonizado

3.1.2.5 Amorrónamiento

- Se retiraron las fundas plásticas y se colocaron los bloques formados a temperatura de 18°C a una humedad relativa de 90%, para lo cual se remoja los bloques con agua abundante agua fría cada día.
- A los 15 días se gira los bloques 180° para que el bronceado (amorrónamiento) sea uniforme en toda la superficie. Es necesaria la presencia de luz tenue para lo cual se usa la luz natural dentro de la cámara de fermentación.

3.1.2.6 Fructificación

- Cuando los bloques se encontraron totalmente oscurecidos se bajó la temperatura de los bloques sumergiéndolos en agua a 12°C durante 24 horas.
- Los bloques fueron trasladados a una cámara de fructificación con temperatura promedio de 15°C, humedad relativa de 70% y luz de 1000 a 1500 LUX.
- Se realizaron 3 ventilaciones diarias para inducir los brotes.

3.1.2.7 Cosecha

- La cosecha se realizó desprendiendo asépticamente los racimos de raíz.
- Las setas fueron recolectadas en bandejas de plástico

3.2 NIVEL O TIPO DE INVESTIGACIÓN

En este caso se realizó una investigación de tipo descriptivo y correlacional, pues se recolectaron los datos para determinar el grado de relación que tienen las variables y cómo afectan a la investigación.

3.3 POBLACIÓN Y MUESTRA

Población:

Desechos industriales del procesamiento del brócoli en la Industria PROVEFRUT S. A. y desechos forestales de Eucalipto producidos en la provincia de Cotopaxi.

Muestra:

Se utilizó una muestra representativa como sustrato variando el porcentaje de reemplazo del sustrato de brócoli con aserrín de eucalipto.

3.4 OPERACIONALIZACIÓN DE VARIABLES

3.4.1 Operacionalización de la variable independiente

Conceptualización	Categorías	Indicadores	Ítems Básicos	Técnicas e Instrumentos de recolección
Desechos de Brócoli: Desechos Forestales de Eucalipto	Tallos de Brócoli Aserrín de eucalipto	-sustrato de brócoli. -20% con reemplazo de aserrín de eucalipto -40% con reemplazo de aserrín de eucalipto -80% con reemplazo de aserrín de eucalipto.	¿El reemplazo de residuos de brócoli con aserrín de Eucalipto afecta directamente en la producción de setas de <i>Lentinula edodes</i> ?	Análisis: -Físicos -Químicos -Microbiológicos

Elaborado por: Fernando Pazmiño

3.4.2 Operacionalización de la variable dependiente

Conceptualización	Categorías	Indicadores	Ítems Básicos	Técnicas e Instrumentos de recolección
Producción de Setas Shiitake	Mezcla de Sustratos Evaluación Sensorial Costo	-Peso -Eficiencia Biológica -Rendimiento -Tamaño del Basidioma	¿La producción de setas Shiitake se ve afectada por la mezcla de sustratos?	Análisis Físicos Correlacionables Sensoriales

Elaborado por: Fernando Pazmiño

3.5 PLAN DE PROCESAMIENTO DE LA INFORMACIÓN

3.5.1 Recolección de Datos.

En la recolección de los datos se tomó en cuenta información proveniente del peso de las setas cosechadas en los diferentes tratamientos (balanza electrónica), el número de setas cosechadas en los diferentes tratamientos, tamaños de los carpóforos de las setas cosechadas en el mejor tratamiento (calibrador pie de rey) y precocidad de los cuerpos fructíferos en los diferentes tratamientos. Cada uno de estos datos fueron recolectados en base a tres cosechas realizadas.

3.5.2 Respuestas experimentales

- **Rendimiento.**- Definido como la relación en porcentaje entre el peso fresco del hongo y el peso del sustrato húmedo

$$\text{Rendimiento} = \frac{\text{Peso del hongo fresco}}{\text{Peso del sustrato húmedo}} * 100$$

- **Eficiencia biológica.**- Definida como la relación en porcentaje del peso fresco del hongo y el peso seco del sustrato

$$\text{Eficiencia biológica} = \frac{\text{Peso del hongo fresco}}{\text{Peso del sustrato seco}} * 100$$

-**Tamaño del basidioma.**- Se define como la relación entre el peso total de los hongos frescos cosechados y el número total de hongos cosechados.

$$\text{Tamaño del basidioma} = \frac{\text{Peso total de los hongos frescos cosechados}}{\text{Número total de hongos cosechados}}$$

3.5.3 Análisis de los resultados

3.5.3.1 Aporte a la Ingeniería

Como aporte de ingeniería se determinó la velocidad de crecimiento (mm/día) de la seta *Lentinula edodes* cultivada en el mejor sustrato; para lo cual se midió el diámetro de los carpóforos de las setas, según GUZMÁN, G. y MATA, G., (1993) y además se realizó un balance de materiales.

3.5.3.2 Aplicación de la tecnología de congelado IQF

Las setas cosechadas provenientes del mejor tratamiento fueron almacenadas para posteriormente ser congeladas mediante la tecnología IQF en la línea de proceso de la empresa PROVEFRUT S. A., siguiendo las siguientes operaciones.

Recepción

Las setas cosechas provenientes del mejor tratamiento se receptaron en un área fuera del proceso antes de entrar a las instalaciones de congelamiento.

Enfriamiento

Posteriormente las setas receptadas fueron llevadas a la cámara de enfriamiento que se encuentra a una temperatura de 4 a 6 °C y con humedad relativa aproximada de 99% con el objetivo de iniciar un cambio aún no brusco en la temperatura del producto.

Selección

En cámara de enfriamiento las setas se clasificaron manualmente eliminando los cuerpos fructíferos en mal estado; setas demasiado pequeñas, pedazos no significantes, restos de sustrato remanente, insectos y materiales extraños.

Corte

Las setas seleccionadas se cortaron manualmente con el objetivo de obtener segmentos homogéneos de 5cm aproximadamente antes del congelado.

Lavado

Esta operación se la considera como inicio de la línea de congelamiento, se somete el producto en un tanque con recirculación de agua clorada 5ppm, la cinta transportadora es la responsable de retirar el producto y llevarlo hasta la siguiente operación.

Tratamiento térmico

Las setas lavadas ingresan al primer túnel donde fueron sometidas a un tratamiento térmico de precocción con vapor de agua a una temperatura de 90°C aproximadamente por 1 minuto, esta operación se la realiza con el objetivo de inactivar las posibles enzimas del pardeamiento que puedan afectar el almacenamiento posterior.

Pre Enfriamiento

A través de la banda transportadora continua las setas fueron enfriadas progresivamente por medio de duchas de agua que se encuentra a $10^{\circ}\text{C} \pm 1^{\circ}\text{C}$, de este modo el producto ingresa al túnel de enfriamiento a una temperatura de 10 a 13 °C, este enfriamiento se lo realizó con la ayuda de un hidrocóoler que opera con recirculación de agua fría.

Congelación

Las setas pasan por un tercer túnel donde previamente la capa de setas se uniformiza manual y asépticamente, luego ingresa a la sección de congelamiento donde en una plancha fija perforada penetra un chorro de aire con velocidad suficiente para asegurar que las unidades se mantengan suspendidas de forma que, cada pedazo de seta se congela individualmente. En el túnel las setas reciben un tratamiento a -32°C por 15 minutos parámetro estimado y por el cual la setas alcanzan una temperatura de -18°C en su centro geométrico.

Enfundado

Las setas congeladas individualmente salieron de la cinta transportadora continua y se enfundaron en el área de empaque en bolsas de polietileno de 500 g correctamente rotuladas.

Almacenamiento

El Shiitake enfundado de 500 g es almacenó inmediatamente en una cámara que se encuentre a temperatura de $-22^{\circ}\text{C} \pm 1^{\circ}\text{C}$ para que el producto se mantenga a -18°C .

3.5.3.3 Análisis Físico-Químicos.

Se realizó el análisis proximal y de aminoácidos de las setas procesadas con tecnología IQF provenientes del mejor tratamiento, para lo cual las muestras fueron enviadas al Instituto Nacional de Investigaciones Agropecuarias “INIAP”. Se utilizó el método correspondiente descrito por la AOAC, 2002.

3.5.3.4 Análisis Microbiológicos.

Se recolectó información proveniente de un análisis microbiológico de coliformes totales, *E. coli*, recuento total de aerobios mesófilos y mohos/levaduras de las setas provenientes del mejor tratamiento recién cosechadas y también de las setas del mismo tratamiento procesadas con tecnología IQF y almacenadas durante 60 días a temperatura de -20°C . Para ello se utilizó el método correspondiente descrito por la AOAC, 2002 con los siguientes medios de cultivo:

Petrifilm 3M para coliformes totales,

Petrifilm 3M para *E coli*,

Petrifilm 3M para recuento total,

Petrifilm 3M para conteo de mohos y levaduras.

3.5.3.5 Análisis Sensorial

Las setas congeladas y almacenadas a -20°C fueron descongeladas en un microondas por 1 minuto y medio, se las preparó para ser catadas solamente utilizando sal y aceite de oliva para evitar que otros saborizantes modifiquen el sabor original de las setas.

Participaron en este análisis 40 jueces semi-entrenados que evaluaron los atributos del producto.

3.5.3.6 Análisis Económico

Se realizó un balance de materiales de la producción de *Lentinula edodes* obtenida en el mejor tratamiento y luego se procedió a realizar un análisis económico de la producción de setas para determinar el precio del kilogramo de Shiitake.

CAPITULO 4

ANALISIS E INTERPRETACIÓN DE RESULTADOS

4.1 INTERPRETACIÓN DE DATOS

4.1.1 Peso de las setas Shiitake (*Lentinula edodes*) cosechadas en los diferentes tratamientos.

En el Anexo A, Tabla A1 se reportan los valores de los pesos de las setas Shiitake de la primera cosecha en los diferentes tratamientos y el cálculo del valor promedio de resultados y sus réplicas por cada tratamiento. Existen valores desde 0,024 kg en el tratamiento a0b1 (Sustrato de Brócoli-Shiitake R26 de USA) hasta 0,319kg en el tratamiento a3b0 (80% reemplazo de aserrín-Shiitake Wb de Canadá), analizando los promedios de réplicas tenemos valores de entre 0,045 kg y 0,287 kg en los tratamientos anteriores respectivamente. A simple análisis se nota la diferencia entre los resultados de los pesos en los diferentes tratamientos teniendo como referencia principal el peso menor de 45g en el sustrato sin aserrín y el peso mayor de 319g con aserrín en su mayoría.

En la Tabla A2 del Anexo A se puede apreciar los valores de los pesos de las setas Shiitake de la segunda cosecha en los diferentes tratamientos y el valor promedio de las replicas por cada tratamiento. Se reporta un valor mínimo de 0 kg en el tratamiento a0b1 (Sustrato de Brócoli-Shiitake R26 de USA) seguido por el valor de 0,013 kg en la réplica 2 del mismo tratamiento, el valor máximo es de 0,123 en el tratamiento a3b0 (80% reemplazo de aserrín-Shiitake Wb de Canadá). Los promedios de las replicas están entre 0,013 kg y 0,112 kg en las mismos tratamientos a0b1 y a3b0 respectivamente. Se evidencia la ausencia de crecimiento fúngico en el tratamiento sin mezcla (solo brócoli) y la disminución del peso en el tratamiento con mayor parte de aserrín, de esta manera, se puede evidenciar el desgaste de nutrientes en los sustratos.

En la Tabla A3 del Anexo A, se describen los valores de los pesos de las setas Shiitake de la tercera cosecha en los diferentes tratamientos y el valor promedio de las replicas por cada tratamiento. En los tratamientos a0b0 (Sustrato de Brócoli-Shiitake Wb Canadá) y a0b1 (Sustrato de Brócoli-Shiitake R26 de USA) no se dio la fructificación, el valor mínimo es de 0,08 kg en la primera réplica del tratamiento a1b1 (20% reemplazo de aserrín-Shiitake R26 USA), el valor máximo es de 0,023 kg en la réplica 2 del tratamiento a3b0 (80% reemplazo de aserrín-Shiitake Wb de Canadá). Los

promedios de las réplicas están entre 0,009 kg y 0,021 kg en los mismos tratamientos a0b1 y a3b0 respectivamente. De acuerdo a estos resultados se puede afirmar que el sustrato de brócoli ya no posee los nutrientes necesarios para provocar una fructificación más, por otro lado los demás sustratos siguen disminuyendo sus nutrientes y obteniéndose menos peso.

En la Tabla A4 del Anexo A, se reportan los valores de los pesos de las setas Shiitake de las tres cosechas en los diferentes tratamientos y el cálculo del valor promedio de las replicas por cada tratamiento. Existe un valor mínimo acumulado de 0,029 kg en el tratamiento a0b1 (Sustrato de Brócoli-Shiitake R26 de USA) y un valor acumulado máximo de 0,463 kg en el tratamiento a3b0 (80% reemplazo de aserrín-Shiitake Wb de Canadá), analizando los promedios de réplicas tenemos valores de entre 0,046 kg y 0,420 kg en los tratamientos anteriores respectivamente. La diferencia en el resultado es muy notoria, se puede anticipar que el sustrato de brócoli no tiene suficientes nutrientes comparado con el sustrato de aserrín.

La diferencia de pesos en los tratamientos puede deberse a muchos factores que influyen durante todo el cultivo, los factores más relevantes son el sustrato (cantidad, calidad, disponibilidad de nutrientes etc.) y la cepa (calidad genética). La mezcla de los componentes (aserrín y brócoli) puede variar las condiciones del sustrato variando así el resultado de la cosecha. De la misma manera la diferencia en el tipo de cepas (R26 y Wb) también puede contribuir a obtener distintos pesos en los tratamientos.

4.1.2 Número de setas Shiitake (*Lentinula edodes*) cosechadas en los diferentes tratamientos.

La Tabla A5 del Anexo A muestra el número de setas Shiitake de la primera cosecha obtenidas de los diferentes tratamientos y van desde una seta en el tratamiento a0b0 (Sustrato de Brócoli-Shiitake Wb de Canadá) y en dos de los tres resultados del tratamiento a0b1 (Sustrato de Brócoli-Shiitake R26 de USA) hasta 8 setas cosechadas en una de los resultados del tratamiento a3b0 (80% reemplazo de aserrín-Shiitake Wb de Canadá). En el promedio de los resultados el número mayor de setas cosechadas es de 7 en el tratamiento a3b0 (80% reemplazo de aserrín-Shiitake Wb de Canadá). En este parámetro aún persiste la diferencia entre el número, así como en el peso, de setas

cosechadas según el sustrato utilizado, siendo el sustrato de brócoli el que menos número de setas presenta y los sustratos de aserrín los que más setas produjeron.

En la Tabla A6 del Anexo A se registra el número de setas obtenidas en la segunda cosecha de los diferentes tratamientos. El número mínimo cosechado es de una seta en el tratamiento a0b0 (Sustrato de Brócoli-Shiitake Wb Canadá) y en el resultado y réplica 1 del tratamiento a0b1 (Sustrato de Brócoli-Shiitake R26 de USA), en la réplica 2 de este tratamiento no existió fructificación. El número máximo cosechado es de 3 setas en la resultado y réplica 2 del tratamiento a3b0 (80% reemplazo de aserrín-Shiitake Wb de Canadá) y en la réplica 1 del tratamiento a3b1 (80% reemplazo de aserrín-Shiitake R26 USA). El promedio mayor de los resultados es del tratamiento a2b0 (40% reemplazo de aserrín-Shiitake Wb Canadá) y en el tratamiento a3b0 (80% reemplazo de aserrín-Shiitake Wb de Canadá).

La Tabla A7 del Anexo A registra el número de setas producidas en la tercera cosecha de los diferentes tratamientos. El número cosechado es de una seta en los tratamientos que presentaron fructificación, en los tratamientos a0b0 (Sustrato de Brócoli-Shiitake Wb Canadá) y a0b1 (Sustrato de Brócoli-Shiitake R26 de USA) no se presentó fructificación.

En la Tabla A8 del Anexo A se registra el número de setas de las tres cosechas obtenidas de los diferentes tratamientos. El número mínimo cosechado en las tres cosechas es de una seta en la réplica 2 del tratamiento (Sustrato de Brócoli-Shiitake R26 de USA) y el número máximo cosechado en las tres cosechas es de 12 setas en el resultado del tratamiento a3b0 (80% reemplazo de aserrín-Shiitake Wb de Canadá).

Según Royse, (1990) aunque el número de setas no es tan relevante como su peso en fresco, la diferencia puede deberse al tipo de cepa utilizada y el nivel de carbono total que aporta el sustrato. Debido a esto se podría decir que los reemplazos de aserrín de eucalipto en el sustrato de brócoli aportan cantidades de carbono al sustrato total que benefician la aparición de mayor cantidad de setas en el cultivo.

4.1.3 Rendimiento (%) de la primera cosecha de las setas Shiitake (*Lentinula edodes*) en los diferentes tratamientos.

La Tabla A9 del Anexo A presenta los valores del rendimiento (%) de la primera cosecha de las setas Shiitake de los diferentes tratamientos. Los valores promedio de rendimiento de la cosecha varían entre los tratamientos, siendo el valor más bajo el rendimiento de la cosecha del tratamiento a0b1 (Sustrato de Brócoli-Shiitake R26 de USA) con un valor de 1,64% y el mayor valor de rendimiento en la cosecha del tratamiento a3b0 (80% reemplazo de aserrín-Shiitake Wb de Canadá) con un valor de 14,14% seguido del rendimiento de la cosecha del tratamiento a3b1(80% reemplazo de aserrín-Shiitake R26 de USA) calculado en 13,69%.

En la Tabla B1 del Anexo B se indica el análisis estadístico de varianza calculado para el rendimiento de la primera cosecha. Con un nivel de significancia de 0,05%, existe diferencia mínima significativa solamente para la variable sustrato y no para la variable cepa ni tampoco para la interacción sustrato-cepa.

En la tabla B2 del Anexo B se muestra la prueba de comparación múltiple TUKEY realizada para la variable sustrato, la cual determina que los mayores rendimientos en la primera cosecha corresponde a los sustratos a2 (40% de reemplazo de aserrín en el sustrato de brócoli) y a3 (80% reemplazo de aserrín en el sustrato de brócoli) este último tiene una media entre valores de rendimiento de 13,91%.

Respecto a los datos bibliográficos, Michelena (2007) reportó valores de rendimiento del cultivo de setas Shiitake con valores que llegan hasta el 8,67% con borra de café como sustrato y 8,03% en bagazo de caña en los dos casos utilizando la cepa Shiitake R26 de USA en una sola cosecha. Por otro lado Menéndez (2008) presenta valores de rendimiento del cultivo de setas Shiitake con valores que llegan hasta 14% utilizando como sustrato la mezcla de 75% de aserrín-25% pseudotallo de banano con la cepa Shiitake(Wb) de Canadá en una sola cosecha. Esto se debe a que cuando se utiliza residuos de aserrín, como componente mayoritario del sustrato, el rendimiento es mayor porque los nutrientes dispuestos a las cepas se encuentran en mayor cantidad.

4.1.4 Rendimiento (%) de la segunda cosecha de las setas Shiitake (*Lentinula edodes*) en los diferentes tratamientos.

En la Tabla A10 del Anexo A se reportan los valores del rendimiento (%) de la segunda cosecha de las setas Shiitake de los diferentes tratamientos. Sus valores promedio entre resultados y sus réplicas varían entre los tratamientos, siendo el valor más bajo el rendimiento de la cosecha del tratamiento a0b1 (Sustrato de Brócoli-Shiitake R26 de USA) con un valor de 0,65% y el mayor valor de rendimiento en la cosecha del tratamiento a3b0 (80% reemplazo de aserrín-Shiitake Wb de Canadá) con un valor de 5,51% seguido del rendimiento de la cosecha del tratamiento a3b1(80% reemplazo de aserrín-Shiitake R26 de USA) que es de 4,82%.

En la Tabla B3 del Anexo B se indica la tabla de análisis estadístico de varianza calculada para el rendimiento de la segunda cosecha. Con un nivel de significancia de 0,05%, existe diferencia mínima significativa para la variable sustrato y para la variable sepa y no para la variable de la interacción sustrato-sepa.

La Tabla B4 del Anexo B muestra la prueba de comparación múltiple TUKEY realizada para la variable sustrato, la cual determina que el valor mayor en el rendimiento medio en la primera cosecha corresponde al sustrato a3 (80% reemplazo de aserrín en el sustrato de brócoli) que tiene una media entre valores de rendimiento de 5,163%.

En la Tabla B5 del Anexo B se reporta la prueba de comparación múltiple TUKEY realizada para la variable cepa, la cual determina que el valor mayor en el rendimiento entre los valores de rendimiento individuales es de la cepa b0 (Shiitake Wb de Canadá).

4.1.5 Rendimiento (%) de la tercera cosecha de las setas Shiitake (*Lentinula edodes*) en los diferentes tratamientos.

En la Tabla A11 del Anexo A se encuentran los valores del rendimiento (%) de la tercera cosecha de las setas Shiitake de los diferentes tratamientos. Los valores promedio resultados y sus réplicas varían según los tratamientos, siendo el valor más bajo el rendimiento de la cosecha del tratamiento a1b1 (20% reemplazo de aserrín-Shiitake R26 USA) con un valor de 0,45% y el mayor valor de rendimiento en la cosecha del tratamiento a3b0 (80% reemplazo de aserrín-Shiitake Wb de Canadá) con

1,11%. En los tratamientos a0b0 (Sustrato de Brócoli-Shiitake Wb Canadá) y a0b1 (Sustrato de Brócoli-Shiitake R26 de USA) no se presentó fructificación. La tercera cosecha se realiza para saber si el sustrato aún posee nutrientes como para que el micelio fructifique, en este caso los sustratos de solamente brócoli han agotado su nivel disponible de nutrientes para la cepa y ésta no es capaz de fructificar.

En la Tabla B6 del Anexo B está la tabla de análisis estadístico de varianza calculada para el rendimiento de la tercera cosecha. Con un nivel de significancia de 0,05%, existe diferencia mínima significativa solamente para la variable sustrato.

La Tabla B7 del Anexo B muestra la prueba de comparación múltiple TUKEY realizada para la variable sustrato, ésta determina que el valor mayor en el rendimiento medio en la tercera cosecha corresponde al sustrato a3 (80% reemplazo de aserrín en el sustrato de brócoli) que tiene una media entre valores de rendimiento de 0,93%.

4.1.6 Rendimiento (%) en las tres cosechas de las setas Shiitake (*Lentinula edodes*) en los diferentes tratamientos.

En la Tabla A12 del Anexo A se encuentran la suma de los valores del rendimiento (%) de las tres cosechas de las setas Shiitake de los diferentes tratamientos. Los valores promedio entre resultados y sus réplicas se calcularon como el más bajo el rendimiento de la cosecha del tratamiento a0b1 (Sustrato de Brócoli-Shiitake R26 de USA) con un valor de 2,29% y el mayor valor el del tratamiento a3b0 (80% reemplazo de aserrín-Shiitake Wb de Canadá) con un valor de 20,66% seguido del rendimiento del tratamiento a3b1 (80% reemplazo de aserrín-Shiitake R26 de USA) con un valor de rendimiento de 19,36%.

En la Tabla B8 del Anexo B se indica el análisis de varianza calculado para el rendimiento acumulado de las tres cosechas realizadas. Con un nivel de significancia de 0,05%, existe diferencia mínima significativa para la variable sustrato y no para la variable sepa ni para la variable de la interacción sustrato-sepa.

La Tabla B9 del Anexo B se muestra la prueba de comparación múltiple TUKEY realizada para la variable sustrato, la cual determina que el valor mayor en el rendimiento en las tres cosechas realizadas corresponde al sustrato a3 (80% reemplazo de aserrín en el sustrato de brócoli) que tiene una media entre valores de rendimiento de 20,01%.

El rendimiento de la cosecha es dependiente del peso de las setas cosechadas y el peso del sustrato húmedo, se debe tomar en cuenta que la absorción de agua de cada sustrato utilizado en el cultivo de las setas Shiitake varía según su naturaleza, debido a esta afirmación puede deberse la marcada diferencia de los rendimientos de las cosechas de Shiitake utilizando sustratos de residuos de café, caña y de sustratos que utilizan aserrín. Otro motivo puede ser la técnica de cultivo utilizada, los pesos del sustrato húmedo varían según la preferencia del cultivador entre 0,5kg a 3,0kg.

4.1.7 Eficiencia Biológica (%) de la primera cosecha de las setas Shiitake (*Lentinula edodes*) en los diferentes tratamientos.

En el Anexo A en la Tabla A13 se reportan los valores de eficiencia biológica (%) de la primera cosecha de las setas Shiitake de los diferentes tratamientos. Se calculan valores con diferencias entre resultados y sus réplicas con promedios que van desde un valor mínimo de 5,61% en el tratamiento a0b1 (Sustrato de Brócoli-Shiitake Wb de Canadá) y valores máximos de 48,36% en el tratamiento a3b0 (80% reemplazo de aserrín-Shiitake Wb de Canadá) seguido del rendimiento del tratamiento a3b1 (80% reemplazo de aserrín-Shiitake R26 de USA) con un porcentaje de 43,81%. En este parámetro de medición también se predice que el sustrato que contiene mayor cantidad de aserrín en su composición genera mejores resultados.

En la Tabla B10 del Anexo B se indican los resultados del análisis de varianza calculado para la eficiencia biológica de la primera cosecha. Con un nivel de significancia de 0,05%, existe diferencia mínima significativa solamente para la variable sustrato y no para la variable cepa, ni para la variable de la interacción sustrato-cepa.

La Tabla B11 del Anexo B muestra la prueba de comparación múltiple TUKEY realizada para la variable sustrato, la cual determina que los valores mayores de la

eficiencia biológica media en la primera cosecha realizada corresponde al sustrato a2 (40% de reemplazo de aserrín en el sustrato de brócoli) y a3 (80% reemplazo de aserrín en el sustrato de brócoli) que tienen una media entre valores de rendimiento de 41,10% y 47,57% respectivamente.

La eficiencia biológica promedio máxima de 48,36% en el tratamiento a0b1 (Sustrato de Brócoli-Shiitake Wb de Canadá) es comparable con el promedio mayor de porcentaje de eficiencia biológica reportado por Menéndez (2008), en un tratamiento realizado en 100% aserrín de laurel con la cepa Shiitake Wb de Canadá, esto puede ser posible ya que los dos tratamientos consisten en una porción de sustrato donde el aserrín es el componente mayoritario y la cepa utilizada es la misma. Oei (2003) afirma que los mejores sustratos para el cultivo de *Lentinula edodes* son provenientes de la madera siendo la misma el sustrato nativo de esta especie.

4.1.8 Eficiencia Biológica (%) de la segunda cosecha de las setas Shiitake (*Lentinula edodes*) en los diferentes tratamientos.

La Tabla A14 Anexo A muestra los valores de eficiencia biológica (%) de la segunda cosecha de las setas Shiitake de los diferentes tratamientos. Se encuentran valores con diferencias entre los resultados y sus réplicas con promedios que van desde un valor mínimo de 2,22% en el tratamiento a0b1 (Sustrato de Brócoli-Shiitake Wb de Canadá) y valores máximos de 18,84% en el tratamiento a3b0 (80% reemplazo de aserrín-Shiitake Wb de Canadá) seguido del rendimiento del tratamiento a3b1 (80% reemplazo de aserrín-Shiitake R26 de USA) con un porcentaje de eficiencia biológica de 16,49%. Se evidencia un descenso de los valores de eficiencia biológica en comparación con la primera cosecha afirmando una vez más el deterioro o desgaste de nutrientes en el sustrato.

En la Tabla B12 del Anexo B se presentan los resultados del análisis estadístico de varianza calculado para la eficiencia biológica de la segunda cosecha. Con un nivel de significancia de 0,05%, existe diferencia mínima significativa para la variable sustrato y para la variable sepa y no para la variable de la interacción sustrato-sepa.

La Tabla B13 del Anexo B muestra la prueba de comparación múltiple TUKEY realizada para la variable sustrato, la cual determina que el valor mayor de la eficiencia biológica media en la segunda cosecha realizada corresponde al sustrato a3 (80% reemplazo de aserrín en el sustrato de brócoli) que tiene una media entre los valores de rendimiento de 17,68%.

En la Tabla B14 del Anexo B se reporta la prueba de comparación múltiple TUKEY realizada para la variable cepa, esta prueba determina que el valor mayor en el rendimiento es de la cepa b0 (Shiitake Wb de Canadá).

4.1.9 Eficiencia Biológica (%) de la tercera cosecha de las setas Shiitake (*Lentinula edodes*) en los diferentes tratamientos.

La Tabla A15 Anexo A muestra los valores de eficiencia biológica (%) de la tercera cosecha de las setas Shiitake de los diferentes tratamientos. Los valores promedio entre los resultados y sus réplicas varían según los tratamientos, siendo el valor más bajo el de la eficiencia biológica de la cosecha del tratamiento a1b1 (20% reemplazo de aserrín-Shiitake R26 USA) con un valor de 1,54% y el mayor valor de eficiencia biológica en la cosecha del tratamiento a3b0 (80% reemplazo de aserrín-Shiitake Wb de Canadá) 3,81%. En los tratamientos a0b0 (Sustrato de Brócoli-Shiitake Wb Canadá) y a0b1 (Sustrato de Brócoli-Shiitake R26 de USA) no se presentó fructificación. La ausencia de fructificación reafirma la pérdida u agotamiento de nutrientes para el crecimiento fúngico de *Lentinula edodes*.

En la Tabla B16 del Anexo B se reporta la tabla de análisis estadístico de varianza calculada para la eficiencia biológica de la tercera cosecha. Con un nivel de significancia de 0,05%, existe diferencia mínima significativa solamente para la variable sustrato.

La Tabla B17 del Anexo B muestra la prueba de comparación múltiple TUKEY realizada para la variable sustrato. La prueba determina que el valor mayor de la eficiencia biológica media en la tercera cosecha realizada corresponde al sustrato a3 (80% reemplazo de aserrín en el sustrato de brócoli) que tiene una media entre los valores de rendimiento de 3,19%.

4.1.10 Eficiencia Biológica (%) de las tres cosechas de las setas Shiitake (*Lentinula edodes*) en los diferentes tratamientos.

En la Tabla A16 del Anexo A se encuentra la suma de los valores del rendimiento (%) de las tres cosechas de las setas Shiitake de los diferentes tratamientos. De los valores promedio entre los resultados y sus réplicas se calcularon como el más bajo la eficiencia biológica de la cosecha del tratamiento a0b1 (Sustrato de Brócoli-Shiitake R26 de USA) con un valor de 7,83% y el mayor valor el del tratamiento a3b0 (80% reemplazo de aserrín-Shiitake Wb de Canadá) con un valor de 70,67% seguido de la eficiencia biológica del tratamiento a3b1 (80% reemplazo de aserrín-Shiitake R26 de USA) con un valor de 66,21%.

En la Tabla B17 del Anexo B se indican los resultados del análisis de varianza calculada para la eficiencia biológica acumulada de las tres cosechas realizadas. Con un nivel de significancia de 0,05%, existe diferencia mínima significativa para la variable sustrato y no para la variable sepa ni para la variable de la interacción sustrato-sepa.

En Tabla B18 del Anexo B se muestra la prueba de comparación múltiple TUKEY realizada para la variable sustrato, la cual determina que el valor mayor en la eficiencia biológica en las tres cosechas realizadas corresponde al sustrato a3 (80% reemplazo de aserrín en el sustrato de brócoli) que tiene una media entre valores de eficiencia biológica de 68,44%.

Los valores mayores de eficiencia biológica de la Tabla A16 del Anexo A son de 77,51% y 72,52% en la resultado y réplica 1 en el tratamiento a3b0 (80% reemplazo de aserrín-Shiitake Wb Canadá) concuerdan con valores reportados en bibliografía. Fung (2002) obtuvo un porcentaje de eficiencia biológica del 76% en tres cosechas utilizando aserrín de eucalipto y Pedreros (2007) obtuvo 74,1% de eficiencia biológica utilizando el mismo sustrato en tres cosechas.

La eficiencia biológica de la cosecha tiene una relación directa con el peso de las setas cosechadas y una relación inversa con el peso del sustrato seco, una relación práctica sería la afirmación hipotética que “de 100 kg de sustrato seco se obtendrá 50 kg de setas frescas si la eficiencia biológica del cultivo fuese del 50%”. Esta forma de medición resulta muy importante al momento de la producción ya que permite la predicción

aproximada de setas a cosechar para poder programar operaciones y /o cálculos consiguientes.

4.1.11 Tamaño de Basidioma (g/hongo) de la primera cosecha de las Shiitake (*Lentinula edodes*) en los diferentes tratamientos.

En la Tabla A17 del Anexo A se reportan los valores calculados del tamaño del basidioma de las setas Shiitake de la primera cosecha en los diferentes tratamientos, estos valores relacionan el peso con el número de las setas cosechas. Se observan valores que difieren entre resultados sus replicas y tratamientos que van desde 23 g/hongo en la réplica 1 del tratamiento a0b1 (Sustrato de Brócoli-Shiitake R26 de USA) hasta 58,35g/hongo en la replica 2 del tratamiento a2b0 (40% reemplazo de aserrín-Shiitake Wb de Canadá). Analizando los promedios entre los resultados y replicas de los tratamientos tenemos valores entre 25,33 (g/hongo) hasta 49,89 (g/hongo).

En la Tabla B19 del Anexo B se reportan los resultados del el análisis de varianza calculado para el tamaño del basidioma de las setas Shiitake obtenidas de la primera cosecha de los diferentes tratamientos. Con un nivel de significancia de 0,05%, no existe diferencia mínima significativa para ninguna de las variables consideradas en el diseño experimental.

4.1.12 Tamaño de Basidioma (g/hongo) de la segunda cosecha de las Shiitake (*Lentinula edodes*) en los diferentes tratamientos.

En la Tabla A18 del Anexo A se muestran los valores del tamaño del basidioma calculados de las setas Shiitake de la segunda cosecha en los diferentes tratamientos. Existen valores medios entre resultados con sus réplicas que van desde 13,00 g/hongo en el tratamiento a0b1 (Sustrato de Brócoli-Shiitake R26 de USA) hasta 43,50 g/hongo en el tratamiento a3b0 (80% reemplazo de aserrín-Shiitake Wb de Canadá).

En la Tabla B20 del Anexo B se encuentran los resultados del análisis de varianza calculado para el tamaño del basidioma de las setas Shiitake de la segunda cosecha de los diferentes tratamientos. Con un nivel de significancia de 0,05%, existe diferencia mínima significativa solamente para la variable sustrato.

En Tabla B21 del Anexo B se muestra la prueba de comparación múltiple TUKEY realizada para la variable sustrato que determina el valor mayor en el tamaño del basidioma en la segunda cosecha, este valor corresponde al sustrato a3 (80% reemplazo de aserrín en el sustrato de brócoli) y su promedio es de 43,88 g/hongo.

4.1.13 Tamaño de Basidioma (g/hongo) de la tercera cosecha de las Shiitake (*Lentinula edodes*) en los diferentes tratamientos.

En la Tabla A19 del Anexo A se muestran los valores del tamaño del basidioma calculados de las setas Shiitake de la tercera cosecha en los diferentes tratamientos. Los valores medios entre resultados con sus réplicas van desde 9 g/hongo en el tratamiento a1b1 (20% reemplazo de aserrín -Shiitake R26 de USA) hasta 20,67 g/hongo del tratamiento a3b0 (80% reemplazo de aserrín-Shiitake Wb de Canadá).

En la Tabla B22 del Anexo B se muestran los resultados del análisis de varianza calculada para el tamaño del basidioma de las setas Shiitake de la tercera cosecha de los diferentes tratamientos. Con un nivel de significancia de 0,05%, existe diferencia mínima significativa únicamente para la variable sustrato.

En Tabla B23 del Anexo B se muestra la prueba de comparación múltiple TUKEY realizada para la variable sustrato, se determina el valor mayor en el tamaño del basidioma en la tercera cosecha, este valor corresponde al sustrato a3 (80% reemplazo de aserrín en el sustrato de brócoli) y su promedio es de 19 g/hongo.

4.1.14 Tamaño de Basidioma (g/hongo) de las tres cosechas de las Shiitake (*Lentinula edodes*) en los diferentes tratamientos.

En la Tabla A20 del Anexo A se reportan los valores del tamaño del basidioma calculados de las setas Shiitake de las tres cosechas en los diferentes tratamientos. Existen valores medios entre resultados con sus réplicas que van desde 23,83 g/hongo en el tratamiento a0b1 (Sustrato de Brócoli-Shiitake R26 de USA) hasta 40,95 g/hongo del tratamiento a3b1 (80% reemplazo de aserrín-Shiitake R26 de USA).

La Tabla B24 del Anexo B muestra los resultados del análisis de varianza calculado para el tamaño del basidioma de las setas Shiitake de las tres cosechas de los diferentes tratamientos. Con un nivel de significancia de 0,05%, existe diferencia mínima significativa solo para la variable sustrato.

En Tabla B25 del Anexo B se muestra la prueba de comparación múltiple TUKEY realizada para la variable sustrato, se determina el valor mayor en el tamaño del basidioma en la tercera cosecha, este valor corresponde al sustrato a3 (80% reemplazo de aserrín en el sustrato de brócoli) y su promedio es de 39,62 g/hongo.

El peso estimado de cada basidioma es relativo al peso y número de los hongos cosechados. La diferencia de los valores conlleva a relacionar lo afirmado por Royse (1990), algunos cultivos presentan alta producción de hongos de menor tamaño y otros generan hongos de gran tamaño pero en poca cantidad. En este caso se podría decir que las réplicas pueden presentar alta producción de hongos de menor peso y también hongos de mayor peso pero en poca cantidad.

4.1.15 Precocidad (días) de las setas Shiitake (*Lentinula edodes*) en los diferentes tratamientos.

La precocidad se define como, la suma del tiempo que transcurre desde el día de la incubación hasta el día en que aparecen los primeros primordios

En la Tabla A21 del Anexo A se muestran los valores de precocidad de las setas Shiitake en los diferentes tratamientos. Los valores medios entre resultados y sus réplicas manifiestan un tiempo mínimo de cultivo de 68 días para el tratamiento a0b1 (Sustrato de Brócoli-Shiitake R26 de USA) y un tiempo mayor de 83 días para el tratamiento a3b0 (80% reemplazo de aserrín-Shiitake Wb de Canadá). Con estos resultados es necesario evaluar las variables que influyen en estos, pero es evidente que para la variable sustrato una vez más la diferencia provoca distintos efectos.

La Tabla B26 del Anexo B muestra los resultados del análisis de varianza para el factor precocidad del cultivo de las setas Shiitake. Tomando en cuenta el nivel de significancia de 0,05% existe diferencia mínima significativa para las variables sustrato, cepa y para la interacción sustrato-sepa.

La Tabla B27 del Anexo B muestra la prueba de comparación múltiple TUKEY realizada para la variable sustrato, esta prueba de comparación determinó que el menor tiempo en la precocidad del cultivo de Shiitake corresponde al sustrato a0 (Sustrato de Brócoli) que tiene una media entre los valores de los resultados y sus réplicas de 69 días y el tiempo mayor en la precocidad del cultivo de Shiitake fue para el sustrato a3 (80% reemplazo de aserrín en el sustrato de brócoli) con una media entre los resultados y sus réplicas de 82 días. A pesar de que el sustrato de Brócoli aparentemente presenta menos nutrientes que el sustrato que contiene aserrín, la disposición de estos nutrientes da la posibilidad de ser degradados más rápidamente por la cepas de Shiitake.

En la Tabla B28 del Anexo B se reporta la prueba de comparación múltiple TUKEY realizada para la variable cepa, esta prueba determina que la cepa Shiitake-Wb de Canadá tiene una media en la precocidad de 73 días y la cepa b1 (Shiitake-R-26 de USA) tiene una media en la precocidad de 75 días. Siendo la cepa b0 (Shiitake-Wb de Canadá) la que presenta el menor tiempo en la precocidad tomando en cuenta el tiempo de cultivo de todos los sustratos descritos en el diseño experimental.

En la Tabla B29 del Anexo B se observa la prueba de comparación múltiple TUKEY aplicada a la Interacción AB (sustrato-cepa) y se puede notar que el tratamiento que presenta la precocidad más baja es el de sustrato de Brócoli-Shiitake (Wb) Canadá con un valor promedio de 68.00 días, mientras que el tratamiento que presentó el promedio más alto fue el de 80% reemplazo de aserrín-Shiitake (R26) USA con una precocidad de 68.33 días

La precocidad de las setas es influenciada por la velocidad de la celulasa en degradar la celulosa a glucosa y de la velocidad de otras enzimas para degradar la hemicelulosa y lignina también en azúcares simples, además la precocidad también es influenciada por fuentes orgánicas de nitrógeno, carbono y de las condiciones de pH, temperatura, luz y aireación. El sustrato para el hongo debe proporcionar nutrientes específicos requeridos para el cultivo. (SAÉNZ, T. 1990)

Según las pruebas estadísticas de comparación múltiple, el sustrato de brócoli presenta menores tiempos de precocidad en comparación con los sustratos que incluyen el reemplazo de aserrín de eucalipto, de acuerdo a esto se puede afirmar que el sustrato de brócoli utilizado dispone de enzimas con buenas velocidades de degradación de celulosa, hemicelulosa y que presenta una adecuada disponibilidad de nitrógeno y carbono que disminuyen el tiempo de colonización del sustrato. Las condiciones de temperatura, luz y aireación en las que se adecuó el sustrato de brócoli fueron las mismas para todos los tratamientos. Otra de las razones puede ser que la presencia de resinas y otros compuestos del aserrín de eucalipto en el sustrato de brócoli influyan en el crecimiento microbiano del Shiitake

La prueba de comparación múltiple Tukey para la variable a cepa indica que la cepa b0 (Shiitake-Wb de Canadá) tiene un menor tiempo en la precocidad comparada con la cepa b1 (Shiitake-R26 de USA), la razón de esta variación puede radicar en la naturaleza misma de la cepa (condición genética) y la similitud de las condiciones entre el lugar de cultivo (Provincia de Cotopaxi) y el lugar nativo de donde radica la cepa (Canadá, USA).

4.1.16 Alternativa seleccionada.

Según los análisis estadísticos; las tablas de análisis de varianza y las pruebas de comparación TUKEY, que se escoge como mejor alternativa a las siguientes variables:

En el rendimiento de la primera cosecha se escoge al sustrato a3 (80% reemplazo de aserrín en el sustrato de brócoli) como mejor alternativa.

En el rendimiento de la segunda cosecha se escoge al sustrato a3 (80% reemplazo de aserrín en el sustrato de brócoli) y la cepa b0 (Shiitake Wb de Canadá) como mejor alternativa.

En el rendimiento de la tercera cosecha se escoge al sustrato a3 (80% reemplazo de aserrín en el sustrato de brócoli) como mejor alternativa.

En el rendimiento de las tres cosechas acumuladas se escoge al sustrato a3 (80% reemplazo de aserrín en el sustrato de brócoli) como mejor alternativa.

En la eficiencia biológica de la primera cosecha se escoge al sustrato a3 (80% reemplazo de aserrín en el sustrato de brócoli) como mejor alternativa.

En la eficiencia biológica de la segunda cosecha se escoge al sustrato a3 (80% reemplazo de aserrín en el sustrato de brócoli) y la cepa b0 (Shiitake Wb de Canadá) como mejor alternativa.

En la eficiencia biológica de la tercera cosecha se escoge al sustrato a3 (80% reemplazo de aserrín en el sustrato de brócoli) como mejor alternativa.

En la eficiencia biológica de las tres cosechas acumuladas se escoge al sustrato a3 (80% reemplazo de aserrín en el sustrato de brócoli) como mejor alternativa.

En el tamaño del basidioma de la primera cosecha no existe diferencia mínima significativa para ninguna de las variables según la tabla de análisis estadístico de varianza.

En el tamaño del basidioma de la segunda cosecha se escoge al sustrato a3 (80% reemplazo de aserrín en el sustrato de brócoli) como mejor alternativa.

En el tamaño del basidioma de la tercera cosecha se escoge al sustrato a3 (80% reemplazo de aserrín en el sustrato de brócoli) como mejor alternativa.

En el tamaño del basidioma de las tres cosechas acumuladas se escoge al sustrato a3 (80% reemplazo de aserrín en el sustrato de brócoli) como mejor alternativa.

En la precocidad del cultivo se escoge al sustrato a0 (sustrato de brócoli) y la cepa b0 (Shiitake Wb de Canadá) como mejor alternativa.

Para las respuestas experimentales de rendimiento, eficiencia biológica y tamaño del basidioma de todas las cosechas se escoge como mejor sustrato al nivel a3 (80%

reemplazo de aserrín en el sustrato de brócoli) y como mejor cepa al nivel b0 (Shiitake Wb de Canadá). En la respuesta experimental precocidad se escoge como mejor sustrato al nivel a0 (sustrato de brócoli), como mejor cepa al nivel b0 (Shiitake Wb de Canadá) y la interacción a0b0 (Sustrato de Brócoli-Shiitake Wb Canadá).

Tomando en cuenta que el sustrato de brócoli a pesar de tener menor tiempo en la precocidad sus valores de rendimiento y eficiencia biológica son significativamente menores que el sustrato a3 (80% reemplazo de aserrín en el sustrato de brócoli) e incluso en la tercera cosecha no se registra fructificación, conjuntamente con la cepa b0 (Shiitake Wb de Canadá) estadísticamente la mejor en todos los casos, se selecciona como la mejor alternativa al tratamiento a3b0 (80% reemplazo de aserrín-Shiitake Wb de Canadá).

4.2 ANÁLISIS DE LOS RESULTADOS OBTENIDOS

4.2.1 Velocidad media de crecimiento de las setas Shiitake (*Lentinula Edodes*) obtenidas del tratamiento a3b0 (80% reemplazo de aserrín-Shiitake Wb de Canadá).

En la Tabla A22 del Anexo A se muestran los datos para la curva de crecimiento del carpóforo de las setas Shiitake obtenidas del tratamiento a3b0 (80% reemplazo de aserrín-Shiitake Wb de Canadá). Se registraron diariamente los tamaños de tres setas grandes y tres setas pequeñas provenientes del resultado y sus réplicas del tratamiento (80% reemplazo de aserrín-Shiitake Wb de Canadá) comenzando desde el día de la aparición de los primeros brotes hasta el día décimo, día óptimo para la cosecha.

En el Gráfico 1 del Anexo C se muestra la curva de crecimiento del carpóforo de las setas Shiitake grandes, esta gráfica se asemeja a la curva típica de crecimiento de microorganismos frente al tiempo, la relación se adapta a una ecuación polinomial de tercer orden con una correlación entre datos muy cercana a la unidad:

$$\text{Diámetro (mm)} = -0.104t^3 + 1.317t^2 + 4.730t - 1.56; \quad R = 0.995$$

El gráfico muestra un crecimiento relativamente proporcional durante los primeros días tomando en cuenta como primer día la aparición de los primeros primordios hasta el día

siete. Observándose el final del gráfico se puede apreciar que el crecimiento disminuye su ángulo, evidenciando el inicio del final del crecimiento del carpóforo desde el día 8 con un diámetro de 70,7 y considerando al día 10 como el final del crecimiento con un diámetro máximo de 73mm, siendo este el día de la cosecha.

En el Gráfico 2 del Anexo C se puede observar la curva de crecimiento del carpóforo de las setas Shiitake pequeñas, esta curva demuestra que el inicio del final del crecimiento empieza en el día 7 con un diámetro de 45,6 mm y el final del crecimiento se muestra en el día 10 con un diámetro de 46,1 mm. La ecuación de tercer grado que se ajustó a la relación Diámetro vs Tiempo en las setas de Shiitake pequeñas con su correspondiente índice de correlación es la siguiente:

$$\text{Diámetro (mm)} = -0.117t^3 + 1,352t^2 + 2,568t + 0,513; \quad R = 0,995$$

Royse y colab, 1986 afirman que así como el número de hongos no es tan relevante como su peso en fresco también considera que el tamaño de las setas resulta no muy importante ya que algunos cultivos presentan alta producción de hongos de menor tamaño y otros generan hongos de gran tamaño pero en poca cantidad. Por otra parte el Mushroom Growers' Newsletter (2005) publicó que uno de los factores que marca la calidad de las setas es su tamaño por cuanto influye que influye directamente con el precio.

4.2.2 Análisis proximal de las setas Shiitake (*Lentinula Edodes*) provenientes del tratamiento a3b0 (80% reemplazo de aserrín-Shiitake Wb de Canadá) en comparación con otros alimentos.

La Tabla A 23 del anexo A reporta el análisis proximal realizado a las setas cosechadas de mejor tratamiento a3b0 (80% reemplazo de aserrín-Shiitake Wb de Canadá) y se la compara con el análisis proximal de las setas Shiitake de la cepa Wb-Canadá con el sustrato mezcla de aserrín de laurel con pseudotallo de banano publicado por Menéndez (2008) y el Shiitake obtenido de la cepa R-26 de USA en el sustrato borra de café publicado por Michelena (2007). En base seca se obtiene un porcentaje de proteína del 19,33% en el tratamiento a3b0 (80% reemplazo de aserrín-Shiitake Wb de Canadá), esta cifra porcentual es mayor a la del tratamiento “Wb-Canadá con aserrín de laurel /

pseudotallo” que tiene un porcentaje de 18,56% y mayor a la del tratamiento “R-26 de USA con borra de café” con un porcentaje de 20,75%.

En base húmeda se muestra un porcentaje de proteína del 1,83% en tratamiento a3b0 inferior a la de los tratamientos de Shiitake en comparación y a la de los hongos champiñones, en comparación con el palmito se muestra una leve superioridad ya que este posee un porcentaje del 1,6%, el atún por ser un alimento de origen netamente animal tiene un porcentaje mayor a todos los productos en comparación del 13,4%. La composición proximal del Shiitake a3b0 (80% reemplazo de aserrín-Shiitake Wb de Canadá) en contraste con los tratamientos consultados de Shiitake es textualmente menor pero se la puede considerar relativamente similares ya que la diferencia numérica no es tan relevante en la mayoría de los compuestos. En el porcentaje de carbohidratos expresados en ELN, el Shiitake a3b0 (80% reemplazo de aserrín-Shiitake Wb de Canadá) es inferior a los hongos de comparación con un porcentaje de 4,76% pero es superior al contenido de carbohidratos del atún que tiene un 0,6%. El contenido de fibra es de 2,16% en el tratamiento a3b0 (80% reemplazo de aserrín-Shiitake Wb de Canadá) porcentaje superior al contenido de fibra del champiñón y el Shiitake del tratamiento consultado R-26 de USA con borra de café”.

Analizando el extracto etéreo se muestra que los hongos tienen un bajo contenido en grasas teniendo un porcentaje de 0,23% en el tratamiento a3b0 (80% reemplazo de aserrín-Shiitake Wb de Canadá), el atún por el contrario tiene un porcentaje de 30,9% por ser un producto de origen animal. El contenido de cenizas es relativamente el mismo en todos los productos tabulados ya que se encuentran en un entre un porcentaje de 0,47% a 1,5%, siendo el 0,47% el contenido de cenizas de las setas cosechadas del tratamiento a3b0 (80% reemplazo de aserrín-Shiitake Wb de Canadá).

4.2.3 Análisis de aminoácidos de las setas Shiitake (*Lentinula Edodes*) provenientes del tratamiento a3b0 (80% reemplazo de aserrín-Shiitake Wb de Canadá) en comparación con otros alimentos.

En la Tabla A 26 del Anexo A se reporta el contenido de aminoácidos de la proteína de las setas cosechadas del tratamiento a3b0 (80% reemplazo de aserrín-Shiitake Wb de Canadá), se identificaron 17 aminoácidos de los 20 presentes en las proteínas, los

aminoácidos asparagina, glutamina y triptófano no pudieron ser cuantificados debido a que son modificados en la hidrólisis ácida al aplicar la metodología de la cromatografía líquida de alta presión (HPLC). La Tabla A 25 muestra la composición aminoacídica (g/100g de proteína) de la proteína de las setas Shiitake (*Lentinula edodes*) provenientes del tratamiento a3b0 (80% reemplazo de aserrín-Shiitake Wb de Canadá).en comparación con el patrón FAO y otros alimentos.

El patrón FAO no considera al aminoácido arginina con un valor referencial a pesar de que este aminoácido si es considerado como uno de los 10 aminoácidos esenciales según algunos reportes bibliográficos, otra particularidad es la ausencia de un valor referencial en el aminoácido histidina en el patrón FAO para adultos ya que este aminoácido es responsable del crecimiento solamente en niños y adolescentes. El contenido tabulado de aminoácidos en champiñón reporta una ausencia de un valor significativo en los aminoácidos esenciales leucina y lisina, en las papas y el huevo se reportan todos los aminoácidos esenciales a excepción del la arginina y la histidina que se encuentran ausentes en la cita bibliográfica, esto no quiere decir que estos aminoácidos no existen sino simplemente no han sido considerados. A pesar de ello si se compara las cifras presentes el Shiitake posee una superioridad en el aminoácido fenilalanina con una cantidad de 12,21 g/100g de proteína, para los demás aminoácidos esenciales las cifras van desde 0,41 g/100g hasta 3,05 g/100g.

Para analizar la calidad proteica de Shiitake se ha realizado un computo químico para los aminoácidos de la proteína de las setas Shiitake (*Lentinula edodes*) provenientes del tratamiento a3b0 (80% reemplazo de aserrín-Shiitake Wb de Canadá).relacionado con el patrón FAO. La relación aminoácidos del Shiitake con el patrón FAO-niños muestra que el único aminoácidos que cubre los requerimientos en la dieta diaria es fenilalanina + tirosina los demás son considerados como limitantes. En la relación aminoácidos del Shiitake con el patrón FAO-adultos, los aminoácidos que cubren los requerimientos son fenilalanina + tirosina y treonina los demás son limitantes. De acuerdo a este análisis se considera necesario la combinación de las setas Shiitake con otros productos alimenticios con el fin de aprovechar los aminoácidos limitantes que a pesar de estar en este grupo no se debe descartar su beneficio nutricional.

4.2.4 Análisis microbiológico de las setas Shiitake (*Lentinula Edodes*) provenientes del tratamiento a3b0 (80% reemplazo de aserrín-Shiitake Wb de Canadá) y procesadas con la tecnología de congelado rápido IQF

En la Tabla A27 del Anexo A, se reportan los resultados del análisis microbiológico de las setas Shiitake (*Lentinula edodes*) provenientes del tratamiento a3b0 (80% reemplazo de aserrín-Shiitake Wb de Canadá) recién cosechadas para obtener datos de carga inicial de microorganismos, también se realizó el análisis de las setas del mismo tratamiento descongeladas con microondas y antes procesadas con la tecnología de congelado rápido IQF almacenadas a -20°C en cámaras de frío. El análisis se realizó por duplicado y se tomó en cuenta la determinación de coliformes totales, *E. coli*, recuento total, mohos y levaduras.

En los resultados obtenidos por Petrifilm, las setas frescas presentaron ausencia de colonias de coliformes totales y *E. coli*, mientras que en el recuento total de aerobios mesófilos se encontró $1.5 \cdot 10^3 - 2.6 \cdot 10^3$ ufc/g en cada réplica y en el recuento de mohos/levaduras el Peti film 3M manifestó una carga de $1.2 \cdot 10^2 - 1.5 \cdot 10^2$ ufc/g en la bibliografía se reportan datos enunciados por De Pablo, María y Moragas, Manuel (2007) para verduras y hortalizas frescas, quienes registran que para Coliformes totales se aceptan valores de $1.0 \cdot 10^2 - 1.0 \cdot 10^4$ ufc/g, para *E. coli* de $1.0 \cdot 10^1 - 1.0 \cdot 10^2$ ufc/g, para aerobios mesófilos de $1.0 \cdot 10^2 - 1.0 \cdot 10^5$ ufc/g y para mohos y levaduras de $1.0 \cdot 10^1 - 1.0 \cdot 10^4$ ufc/g.

Los valores obtenidos se encuentran bajo los reportados en la bibliografía, esto se atribuye a las condiciones de cultivo en las que se desarrolló la investigación, si bien las setas pueden ser consideradas en el sector comercial dentro de la clasificación de frutas y hortalizas, la forma de cultivo es relativamente diferente. En el caso del cultivo de frutas y hortalizas las condiciones a las que se someten los productos pueden acarrear mayor peligro de contaminación por el hecho de utilizar la tierra de cultivo como sustrato y agua no potable como riego, por el contrario en el cultivo de Shiitake se utiliza sustratos esterilizados, agua potable y condiciones asépticas para evitar la contaminación de microorganismos que puedan llegar a afectar la colonización del micelio de la seta.

Los resultados obtenidos a los 60 días de almacenamiento demuestran ausencia de bacterias en los medios Petrifilm 3M coliformes totales, *E. coli* y recuento total de aerobios mesófilos, mientras que para mohos/levaduras se presenta una disminución de la carga microbiana a $5,0 \cdot 10^1 - 1,0 \cdot 10^2$ ufc/g en cada replica. El proceso de IQF incluye, a más de un lavado con agua clorada, un tratamiento térmico de precocción con vapor de agua a una temperatura de 90°C aproximadamente por 1 minuto con el fin de inactivar posibles enzimas que podrían producir el pardeamiento enzimático durante el almacenamiento, este tratamiento térmico también puede bajar la carga microbiana del producto. Según Chralely 1997, normalmente se puede conseguir una reducción de 6 logaritmos ($1,0 \cdot 10^6$ ufc/g de producto) si la temperatura supera los 70-75°C.

Los mohos y levaduras son microorganismos de crecimiento lento por lo que las tasas altas son indicativo de almacenamiento prolongado y deterioro. Puesto que el procesamiento se produjo en pocos instantes después de la cosecha del Shiitake la temperatura de almacenamiento (-20°C) también contribuye a que la carga de mohos / levaduras sea baja inhibiendo su la capacidad de reproducción.

4.2.5 Análisis sensorial de las setas Shiitake (*Lentinula Edodes*) provenientes del tratamiento a3b0 (80% reemplazo de aserrín-Shiitake Wb de Canadá) y procesadas con la tecnología de congelado rápido IQF.

Se realizaron pruebas sensoriales de las setas Shiitake provenientes del tratamiento a3b0 (80% reemplazo de aserrín-Shiitake Wb de Canadá) y procesadas con la tecnología de congelado rápido IQF, utilizando un diseño de bloques completos al azar. Con el fin de establecer una diferencia mínima significativa entre los factores setas y catadores se realizó una comparación con setas comerciales de *Agaricus bisporus* (Champiñón), *Pleurotus ostreatus* (Ostra) y se hizo el análisis sensorial con 40 jueces semi-entrenados que registraron los atributos de color, olor, sabor, textura y aceptabilidad en fichas de catación similares a la reportada en la Tabla A 28 del Anexo A. La catación fue realizada entre las 2h00 pm a las 3h30 pm.

La muestra de las setas del tratamiento a3b0 (80% reemplazo de aserrín-Shiitake Wb de Canadá) fue preparada descongelando desde el empaque que la contiene utilizando un horno microondas doméstico, como aderezo se utilizó solamente sal y aceite de oliva

para evitar que otros saborizantes influyan la puntuación de alguno de los atributos a calificar. Las muestras de comparación (Champiñón y Ostra) fueron cocidas al vapor por 1 minuto simulando la operación de tratamiento térmico dentro de la tecnología IQF y de la misma manera fueron aderezadas con sal y aceite de oliva.

En las Tablas, A29 a la Tabla A33 del Anexo A se encuentran tabulados los resultados de cada una de las pruebas sensoriales con la puntuación de la escala presente en la ficha de catación. La puntuación registrada con números del 1 al 5 especifica el nivel de la escala escogida en cada atributo, así para el atributo color el número 1 corresponde al nivel Muy Atractivo; 2 Atractivo; 3 Normal Característico; 4 Poco Atractivo y 5 Nada Atractivo. Para los demás atributos la puntuación lleva el mismo orden.

4.2.5.1 Color.

En la Tabla A29 del Anexo A se presentan los resultados de las pruebas sensoriales de color de las setas Shiitake (*Lentinula edodes*) provenientes del tratamiento a3b0 (80% reemplazo de aserrín-Shiitake Wb de Canadá) y procesadas con la tecnología de congelado rápido IQF conjuntamente con los resultados de las setas de comparación (Champiñón y Ostra).

La Tabla B30 del Anexo B muestra la tabla de análisis de varianza para el atributo color de la prueba sensorial de las setas Shiitake (*Lentinula edodes*) provenientes del tratamiento a3b0 (80% reemplazo de aserrín-Shiitake Wb de Canadá) procesadas mediante la tecnología IQF y las setas de comparación (Champiñón y Ostra). Este análisis demuestra que con un nivel de significancia de 0,05% existe diferencia mínima significativa para el factor setas.

La prueba de comparación múltiple de la tabla B31 del Anexo B presenta una media redondeada de 2 (atractivo) para las setas Shiitake y 3 (normal característico) para las setas de comparación (Champiñón y Ostra). El 57,5% de los catadores que evaluaron el color las setas Shiitake las consideran atractivas.

Estos resultados se originan gracias a la diferencia en el color de las setas preparadas.. Las setas Shiitake presentan dos colores bien diferenciables a simple vista, en esta

muestra predominan el blanco-cremoso y un café encendido que resulta agradable a la vista. La muestra de Champiñón presenta un color crema-verdoso y con superficie brillante característica en los champiñones en la preparación doméstica. La muestra de hongo ostra al vapor presenta un color crema-oscuro similar al color que tiene el Champiñón al vapor, estas dos muestras de comparación resultan ser similares también en estado fresco crudo por tener un tono blanco-cremoso.

4.2.5.2 Olor.

En la Tabla A30 del Anexo A se presentan los resultados de las pruebas sensoriales de olor de las setas Shiitake (*Lentinula edodes*) provenientes del tratamiento a3b0 (80% reemplazo de aserrín-Shiitake Wb de Canadá) y procesadas con la tecnología de congelado rápido IQF conjuntamente con los resultados de las setas de comparación (Champiñón y Ostra).

La Tabla B32 del Anexo B muestra la tabla del análisis de varianza para el atributo olor de la prueba sensorial de las setas Shiitake (*Lentinula edodes*) provenientes del tratamiento a3b0 (80% reemplazo de aserrín-Shiitake Wb de Canadá) procesadas mediante la tecnología IQF y las setas de comparación (Champiñón y Ostra) que con un nivel de significancia de 0,05% se demuestra que existe diferencia mínima significativa para el factor setas.

La prueba de comparación múltiple de la tabla B33 del Anexo B manifiesta una media redondeada de 3 (normal característico) para las setas Shiitake y Ostra; y de 4 (ligeramente perceptible) para la muestra de setas de Champiñón. El 60% de los catadores percibe un olor “normal característico” para las setas Shiitake.

Las setas de Shiitake y Ostra presentan un olor más perceptible que las setas de Champiñón, incluso en su estado fresco recién cosechado, este atributo se puede conservar según técnicas gastronómicas tratando de controlar la temperatura y el tiempo de cocido, evitando que sustancias aromáticas presentes en los hongos se evaporen y desaparezcan.

4.2.5.3 Sabor.

En la Tabla A31 del Anexo A se presentan los resultados de las pruebas sensoriales de sabor de las setas Shiitake (*Lentinula edodes*) provenientes del tratamiento a3b0 (80% reemplazo de aserrín-Shiitake Wb de Canadá) y procesadas con la tecnología de congelado rápido IQF, conjuntamente con los resultados de las setas de comparación (Champiñón y Ostra).

La Tabla B34 del Anexo B muestra la tabla del análisis de varianza para el atributo sabor de la prueba sensorial de las setas Shiitake (*Lentinula edodes*) provenientes del tratamiento a3b0 (80% reemplazo de aserrín-Shiitake Wb de Canadá) procesadas mediante la tecnología IQF y las setas de comparación (Champiñón y Ostra), Se demuestra que con un nivel de significancia de 0,05% existe diferencia mínima significativa para el factor setas.

La prueba de comparación múltiple de la Tabla B35 del Anexo B presenta una media redondeada de 2 (Agradable) para las setas Shiitake y las setas de comparación (Champiñón y Ostra). Por otro lado, tomando en cuenta el grupo en que se clasifican las setas en esta prueba, las setas de Shiitake y Champiñón tienen una diferencia tendiente a ser favorable en comparación con las setas Ostra. El 47,5% de los catadores califican a las setas Shiitake y Champiñón como “Agradable”, a las setas ostra el 32,5% de los catadores lo califican como “Agradable”

4.2.5.4 Textura.

En la Tabla A32 del Anexo A se presentan los resultados de las pruebas sensoriales de textura de las setas Shiitake (*Lentinula edodes*) provenientes del tratamiento a3b0 (80% reemplazo de aserrín-Shiitake Wb de Canadá) y procesadas con la tecnología de congelado rápido IQF conjuntamente con los resultados de las setas de comparación (Champiñón y Ostra).

La Tabla B36 del Anexo B muestra el análisis de varianza para el atributo textura de la prueba sensorial de las setas Shiitake (*Lentinula edodes*) provenientes del tratamiento a3b0 (80% reemplazo de aserrín-Shiitake Wb de Canadá) procesadas mediante la tecnología IQF y las setas de comparación (Champiñón y Ostra). Se demuestra que con

un nivel de significancia de 0,05% existe diferencia mínima significativa para el factor setas.

La prueba de comparación múltiple de la Tabla B37 del Anexo B presenta una media redondeada de 4 (Suave) para las setas Shiitake y las setas de comparación (Champiñón y Ostra). Tomando en cuenta el grupo en que se clasifican las setas en esta prueba, las setas de Champiñón tienen una diferencia en comparación con las setas de Shiitake y Ostra, pudiéndose interpretar que las setas de Champiñón son perceptiblemente menos suaves que las setas de Shiitake y Ostra. Son consideradas como “Suave”, el 60% de las setas Shiitake y Ostra y el 57,5% de las setas de Champiñón.

4.2.5.5 Aceptabilidad.

En la Tabla A33 del Anexo A se presentan los resultados de las pruebas sensoriales de aceptabilidad de las setas Shiitake (*Lentinula edodes*) provenientes del tratamiento a3b0 (80% reemplazo de aserrín-Shiitake Wb de Canadá) y procesadas con la tecnología de congelado rápido IQF conjuntamente con los resultados de las setas de comparación (Champiñón y Ostra).

La Tabla B38 del Anexo B muestra la tabla del análisis de varianza para el atributo aceptabilidad de la prueba sensorial de las setas Shiitake (*Lentinula edodes*) provenientes del tratamiento a3b0 (80% reemplazo de aserrín-Shiitake Wb de Canadá) procesadas mediante la tecnología IQF y las setas de comparación (Champiñón y Ostra). El análisis demuestra que con un nivel de significancia de 0,05% no existe diferencia mínima significativa para el factor setas ni para el factor catadores.

Este resultado se puede interpretar afirmando que las setas de Shiitake pueden tener la misma aceptabilidad que tienen las setas comerciales de Champiñón y de hongo Ostra. Para analizar esta aceptabilidad estadísticamente se determinó el promedio de la puntuación obtenida de los 40 catadores, obteniéndose una media de 2,05 para Shiitake; 2,05 para Champiñón y 2,25 para hongo Ostra, llegando a la conclusión que las setas catadas GUSTAN según el análisis del atributo aceptabilidad. El 25% de los catadores califican a las setas Shiitake como “Gusta Mucho”, el 47,5% de ellos las consideran en

la escala como “gustan”, el otro 25% las califican como “ni gusta ni disgusta” y por ultimo el 2,5% equivalente a 1 catador las califica como “Disgusta”

En ninguno de los atributos analizados existe diferencia mínima significativa entre los catadores, según este resultado se afirma que los catadores tuvieron la misma capacidad sensorial al catar las muestras presentadas, también se puede afirmar que los 40 catadores entendieron perfectamente el sistema de catación diseñado para este análisis sensorial.

4.2.6 Análisis Económico de la producción de setas Shiitake (*Lentinula edodes*) obtenidas del tratamiento a3b0 (80% reemplazo de aserrín-Shiitake Wb de Canadá).

Para el análisis económico se toma en cuenta el balance de materiales presentado en el Diagrama 2 del Anexo D respecto a la producción de las setas Shiitake (*Lentinula edodes*) obtenidas del tratamiento a3b0 (80% reemplazo de aserrín-Shiitake Wb de Canadá) y procesadas mediante la tecnología IQF. El diagrama del balance de materiales fue realizado en base a una proyección estimada de producción mensual de hongos. Tomando en cuenta la eficiencia biológica de la alternativa seleccionada en la interpretación de datos, se decide descartar la posibilidad de realizar la segunda y tercera cosecha por su bajo resultado (5,51% y 1,01%) en comparación con la primera cosecha (14,14%).

Con la estimación del volumen de producción de los desechos de brócoli y desechos forestales, así como de los recursos económicos y tecnológicos, se realiza la evaluación económica con una capacidad de 4 toneladas por mes de setas Shiitake cosechadas y posteriormente congeladas en la línea IQF de la empresa PROVEFRUT S. A. De acuerdo a estas consideraciones se especifica que se pretende realizar 48 cosechas y 48 paradas en la línea IQF para el congelamiento del producto, entonces la capacidad anual de producción será de 48000 kg (120000 fundas de 400 g) con intenciones de comercialización fuera del país.

4.2.6.1 Evaluación Económica

Los cálculos realizados en el presente estudio económico tienen la finalidad de ser parte del sistema financiero existente en la empresa PROVEFRUT S.A., con esta integración se logrará obtener mejores resultados en los fines de factibilidad que se busca en el proyecto, de esta manera la producción de hongos Shiitake serán un producto adicional a la amplia gama de productos congelados que la empresa comercializa a nivel internacional y muchos de los gastos invertidos en esta producción y comercialización serán un factor común en el sistema financiero empresarial existente.

ANEXO A-1) Terreno y Construcciones

Descripción	Área (m ²)	Precio Unitario (\$/m ²)	Valor Total (\$)
Terreno	534	12,00	6072,00
Construcciones			82270,00
Bodega de materia prima e insumos	3600,00	3600,00	3600,00
Tratamiento de la materia prima	3000,00	3000,00	3000,00
Área de esterilización e inoculación.	4750,00	4750,00	4750,00
Cuartos de incubación (8)	25920,00	25920,00	25920,00
Área de empaque	3000,00	3000,00	3000,00
Cuarto frío	5250,00	5250,00	5250,00
Laboratorio	4750,00	4750,00	4750,00
Área de producción de semillas	5700,00	5700,00	5700,00
Cocina y comedor	4200,00	4200,00	4200,00
Oficinas	6000,00	6000,00	6000,00
Entrada de personal	1800,00	1800,00	1800,00
Vestidores, duchas vestidores y baños	6300,00	6300,00	6300,00
Taller y caldero	3000,00	3000,00	3000,00
Guardianía	1800,00	1800,00	1800,00
Patios	3200,00	3200,00	3200,00
SUMAN			88342,00

ANEXO A-2) MAQUINARIA Y EQUIPOS**a) Equipo Importado**

Descripción	Cantidad	Precio Unitario (\$)	Precio Total (\$)
Autoclave Industrial	1	55000,00	55000,00
Autoclave Laboratorio	1	3500,00	3500,00
Autoclave de aire seco	1	3250,00	3250,00
Cámara de flujo laminar	1	5800,00	5800,00
Cámara de fermentación	4	300,00	1200,00
Incubadora	1	2500,00	2500,00
Balanza analítica	1	230,00	230,00
SUMAN			71480,00

b) Equipo Nacional

Descripción	Cantidad	Precio unitario (\$)	Precio total (\$)
Caldero	1	20000,00	20000,00
Molino Industrial	1	2200,00	2200,00
Silo de almacenamiento	1	7000,00	7000,00
Cámara de refrigeración	1	4300,00	4300,00
Mesa de Acero Inoxidable	1	1100,00	1100,00
Refrigeradora	1	550,00	550,00
Balanza romana	1	200,00	200,00
Termo higrómetro	1	150,00	150,00
SUMAN			35500,00

d) Equipo auxiliar

Descripción	Cantidad	Precio Unitario (\$)	Valor Total (\$)
Tanques de agua	5	20,00	100,00
Mangueras	3	5,00	15,00
SUMAN			115,00

ANEXO A-2) Resumen

Descripción	Valor (\$)
Equipo importado	71480,00
Equipo de fabricación nacional	35500,00
Equipo auxiliar	115,00
SUMAN	107095,00

ANEXO A-3) OTROS ACTIVOS

a) Laboratorio

Descripción	Cantidad	Precio unitario (\$)	Precio total (\$)
Mechero de Bunsen	1	50,00	50,00
Material de vidrio (matraz, tubos de ensayo, cajas Petri.)	-	200,00	200,00
Frascos de vidrio	800	0,30	240,00
Accesorios (mandiles, cofias, guantes, equipo de limpieza, papel aluminio)	-	300,00	300,00
SUMAN			790,00

b) Muebles de oficina

Descripción	Cantidad	Precio unitario (\$)	Precio total (\$)
Escritorios	2	120,00	240,00
Sillas	6	40,00	240,00
Computadoras	2	850,00	1700,00
Impresora	1	500,00	500,00
Teléfono	2	70,00	140,00
Material de oficina	-	-	200,00
SUMAN			3020,00

c) Construcción de la sociedad	300,00
d) Estudio de factibilidad	300,00
e) Taller de Mantenimiento	1500,00
f) Gastos pre operacionales	500,00
TOTAL	6410,00

ANEXO A) INVERSIÓN FIJA

Descripción	Valor Total (\$)
Terreno y Construcciones (ANEXO A-1)	88342,00
Maquinaria y Equipo (ANEXO A-2)	107095,00
Otros Activos (ANEXO A-3)	6410,00
SUMAN	201847,00
Imprevistos (5%)	10092,35
TOTAL	211939,35

ANEXO B) CAPITAL DE OPERACIÓN

Descripción	Tiempo de reposición	Valor Rubro (\$)	Valor Total (\$)
Material Directos	0,5	9280,76	386,70
Mano de obra directa	1	15553,62	1296,14
Carga fabril	1	63244,90	5270,41
Gastos de venta	1	7200,00	600,00
Gastos administrativos	1	15109,92	1259,16
TOTAL			8812,40

ANEXO C) VENTAS

Descripción	Cantidad	Precio unitario (\$)	Precio total (\$)
Bolsas de 400g de setas Shiitake Congelado	120000	2,30	276000,00
SUMAN			276000,00

ANEXO D-1) MATERIALES DIRECTOS

Descripción	Cantidad (kg/año)	Precio Unitario (\$)	Valor Total (\$)
Aserrín de Eucalipto	85644,48	0,05	4282,22
Tallos de Brócoli	90161,76	0,005	450,81
Trigo	5713,44	0,25	1428,36
Sacarosa	1739,28	1,25	2174,10
Carbonato de calcio	1739	0,25	434,75
Yeso orgánico	1739	0,18	313,02
Benomyl	5,04	6,25	31,50
Agar PDA	2 unid	83	166,00
SUMAN			9280,76

ANEXO D-2) MANO DE OBRA DIRECTA

Descripción	Número	Sueldo Mensual (\$)	Valor Total (\$)
Obrero Calificado	1	300,00	3600,00
Obr. No Calificado	2	218,00	5232,00
SUMAN			8832,00
Cargas Sociales			6721,62
TOTAL			15553,62

ANEXO D-3) CARGA FABRIL

a) Materiales Indirectos

DESCRIPCIÓN	CANTIDAD (unid)	VALOR UNITARIO (\$)	PRECIO TOTAL (\$)
Bolsas Polietileno	120000	0,01	1200
Cartón de embalaje	10000	0,05	500
Cinta de embalaje	10	1,50	15
Procesamiento IQF	48000 kg	0,80	38400
SUMAN			40115

b) Mano de obra indirecta

Descripción	Número	Sueldo Mensual (\$)	Valor Total (\$)
Laboratorista	1	300,00	3600,00
Guardia	1	280,00	3360,00
SUMAN			6960,00
Cargas Sociales			2695,64
TOTAL			9655,64

c) DEPRECIACIÓN

Descripción	Costo (\$)	Vida Útil (años)	Costo Anual (\$)
Construcciones	82270,00	20	4113,5
Maquinaria y Equipo	107095,00	15	7139,67
Laboratorio	790,00	5	158
Taller	1500,00	5	300
Gastos pre operacionales	500,00	5	100
Imprevistos	10092,35	10	1009,24
SUMAN			12820,40

d) SUMINISTROS

Descripción	Cantidad	Valor Unitario	Precio total
		(\$)	(\$)
Agua potable (m3)	2800	0,20	560,00
Energía eléctrica (Kw)	2700	0,10	270,00
Teléfono	-	-	350,00
Diesel (galón)	550	1,03	566,50
		SUMAN	1746,50

e) REPARACIÓN Y MANTENIMIENTO

Descripción	Porcentaje	Costo	Valor total
	(%)	(\$)	(\$)
Maquinaria y Equipo	5	107095,00	5354,75
Construcciones	1	82270,00	822,70
		SUMAN	6177,45

f) SEGUROS

Descripción	Porcentaje	Costo	Valor total
	(%)	(\$)	(\$)
Maquinaria y Equipo	1	107095,00	1070,95
Construcciones	1	82270,00	822,70
		SUMAN	1893,65

ANEXO D-3) RESUMEN

Descripción	Valor (\$)
a)Materiales Indirectos	40150,00
b)Mano de obra indirecta	9655,64
c)Depreciación	12820,40
d)Suministros	1746,00
e)Reparación y Mantenimiento	6177,45
f)Seguros	1893,65
SUBTOTAL	72443,14
g) Imprevistos (5%)	3622,16
TOTAL	76065,30

ANEXO D) COSTOS DE PRODUCCIÓN (RESUMEN)

Descripción	Valor (\$)
a) Materiales Directos (Anexo D-1)	9280,76
b)Mano de obra directa (Anexo D-2)	15553,62
c)Carga fabril (Anexo D-3)	76065,30
SUMAN	100899,68

ANEXO E) GASTOS DE VENTAS**a) Promoción**

Descripción	Cantidad/mes	Precio anual
	(\$)	(\$)
Publicidad	200,00	2400,00
Muestras gratis	100	1200,00
Ofertas		3600,00
SUMAN		7200,00

b) Amortizaciones

Descripción	Costo (\$)	Vida Útil (años)	Costo Anual (\$)
Muebles de Oficina	3020,00	5	604,00
Construcción de la sociedad	300,00	5	60,00
Estudio de factibilidad	300,00	5	60,00
		SUMAN	724,00

c) Gastos de Oficina

Descripción	Cantidad	Costo (\$)	Costo Total (\$)
Cartuchos de impresora	2	80,00	160,00
Hojas A4	-	25,00	25,00
Material de Oficina (grapadora, perforadora, carpetas, anilladora, etc.)	-	-	315,00
		SUMAN	1893,65

ANEXO F) GASTOS ADMINISTRATIVOS (RESUMEN)

Descripción	Valor (\$)
a) Personal	13166,40
c) Amortización	724,00
e) Gastos de Oficina	500,00
SUMAN	14390,40
IMPREVISTOS	719,52
TOTAL	15109,92

ANEXO G) PUNTO DE EQUILIBRIO

Descripción	Costo Fijo (S)	Costo Variable (S)
Materiales Directos		9280,76
Mano de Obra Directa	15553,62	
Materiales Indirectos		40150,00
Mano de Obra Indirecta	9655,64	
Depreciación	12820,40	
Reparación y Mantenimiento	1853,24	4324,22
Seguros	1893,65	
Suministros	174,60	1571,40
Imprevistos	1811,08	1811,08
Gastos de Ventas		7200,00
Gastos Administración	15109,92	
SUMAN	58872,15	64337,45
	COSTO TOTAL	123209,60

$P. E. = \text{Costo Fijo} / (1 - (\text{Costo Variable} / \text{Ingresos de Venta}))$

$P. E = \$76767,06$

$\%P. E. = (\text{Punto de Equilibrio} * 100) / \text{Ingresos de Totales}$

$\%P. E = 27,81$

ANALISIS DE LA INVERSIÓN FINANCIERA DEL PROYECTO

TABLA 1. INVERSIONES

A) Inversión Fija

Descripción	Valor (\$)
Terreno	6072,00
Construcción	82270,00
Maquinaria y Equipos	107095,00
Otros Activos	6410,00
SUMAN	201847,00
IMPREVISTOS (5%)	10092,35
TOTAL	211939,35

B) Capital de Operación 8086,64

INVERSIÓN TOTAL	220751,75
Capital Propio	150751,75
Capital Préstamo	70000

TABLA 2. ESTADO DE PERDIDAS Y GANANCIAS

Descripción	Valor Total (\$)	Porcentaje (%)
Ventas Netas	276000,00	100
Costos de Producción	100899,68	36,56
Utilidad bruta en Ventas	175100,32	63,44
Gastos ventas	7200,00	2,61
Utilidad netas en ventas	167900,32	60,83
Gastos de Administración	15109,92	5,47
Utilidad operativa	152790,40	55,36
Gasto Financiero	6300,00	2,28
Utilidad	146490,40	53,08
Reparto a trabajadores (15%)	21973,56	7,96
Utilidad	124516,84	45,11
Impuestos a la Renta (20%)	24903,36	9,02
Utilidad Neta	99613,47	36,09

TABLA 3. GASTOS FINANCIEROS

Para esta proyección se estima que el capital a préstamo de la inversión total se realizará en una entidad bancaria privada a un interés del 15% anual con una amortización a 5 años plazo.

Años	CAPITAL (\$)	INTERÉS (\$)	TOTAL A PAGAR (\$)
1er año	14000,00	10500	24500
2do año	14000,00	8400	22400
3er año	14000,00	6300	20300
4to año	14000,00	4200	18200
5to año	14000,00	2100	16100
		Total	101500
		Costo Financiero	20300

EVALUACIÓN DEL PROYECTO

RENTABILIDAD SOBRE LAS INVERSIONES, (ROI):

$$\text{ROI} = (\text{BAII} / \text{INVERSIÓN}) * 100$$

$$\text{ROI} = 69,21\%$$

RENTABILIDAD FINANCIERA, (RF):

$$\text{RF} = (\text{BENEFICIO NETO} / \text{RECURSOS PROPIOS}) * 100$$

$$\text{RF} = 66.08\%$$

PERÍODO DE RECUPERACIÓN DE LA INVERSIÓN, (PRI):

$$\text{PRI} = (\text{DESEMBOLSO INICIAL} / \text{FLUJO DE CAJA ANUAL})$$

$$\text{PRI} = 2,22 \text{ años}$$

RENTABILIDAD SOBRE LAS VENTAS (RV):

$$\text{R} = (\text{BENEFICIO NETO} / \text{VENTA TOTAL}) * 100$$

$$\text{R} = 36,09\%$$

RENTABILIDAD DEL PROYECTO (R):

$$R = (\text{BENEFICIO NETO} / \text{CAPITAL INVERTIDO}) * 100$$

$$R = 45,12\%$$

FACTORES DE EVALUACIÓN ACTUALES**VALOR ACTUAL NETO (VAN):**

TASA: 37%

Año	Inversión (\$)	Ingresos (\$)	Costos (\$)	Factor Actualización
0	220751,75	276000,00	110389,20	1
1		201459,85	80576,06	0,73
2		147050,99	58814,64	0,53
3		107336,49	42930,39	0,39
4		78347,80	31336,05	0,28
5		57188,18	22873,03	0,21
TOTAL		867383,31	346919,37	

VAN = ingresos brutos - costos brutos - costo oportunidad capital

$$\text{VAN} = 299712,18$$

TASA: 42%

Año	Inversión (\$)	Ingresos (\$)	Costos (\$)	Factor Actualización
0	220751,75	276000,00	110389,20	1
1		194366,20	77738,87	0,70
2		218374,71	87341,33	0,79
3		155327,31	62124,85	0,56
4		295858,21	118331,70	1,07
5		37336,85	14933,28	0,14
TOTAL		1177263,28	470859,23	

VAN = ingresos brutos - costos brutos - costo oportunidad capital

VAN = 485652,29

TASA INTERNA DE RETORNO (TIR):

TIR: tasa menor + ((tasa mayor-tasa menor)*(VAN tasa menor/(VAN tasa menor-VAN tasa mayor))

TIR: 28,94%

4.2.6.2 Análisis de Costos

Según el Mushroom Growers Handbook 2 (2005) los precios del kilo de Shiitake varían entre 3 y 8 dólares americanos (USD) dependiendo del país en donde se lo comercialice siendo el continente asiático en donde el precio por kilo tiende a ser menor. Estas cifras varían también según muchos factores del mercado internacional. Para asumir un precio competitivo de las setas producidas se utilizó como herramienta los foros de mercado electrónico en la web, los cuales muestran un precio entre 4 a 6 USD / kg de Shiitake congelado en el periodo de enero a marzo de 2009 en mercados de Europa y Canadá principalmente. Entonces se toma en cuenta el valor más reciente que es de USD 5.75/kg de producto como cifra de comparación con el precio establecido (USD 2,30/400g) de las setas Shiitake obtenidas del tratamiento a3b0 (80% reemplazo de aserrín-Shiitake Wb de Canadá) y procesadas mediante la tecnología IQF, entonces afirmamos que el análisis económico estimado se apega a las condiciones actuales del mercado internacional.

4.3 VERIFICACIÓN DE LA HIPÓTESIS

De acuerdo a los resultados obtenidos en toda la fase experimental y en base al procesamiento de datos descrito en el Análisis e Interpretación de Resultados a lo largo de este capítulo:

SE ACEPTA LA HIPÓTESIS NULA (H_0) PLANTEADA PARA ESTA INVESTIGACIÓN.

- **“ H_0 : el empleo de los desechos del procesamiento del brócoli y desechos forestales de Eucalipto puede ser aplicable para la producción de setas Shiitake.”**

SE RECHAZA LA HIPÓTESIS ALTERNATIVA (H_1) PLANTEADA PARA ESTA INVESTIGACIÓN.

- **H_1 : el empleo de los desechos del procesamiento del brócoli y desechos forestales de Eucalipto no puede ser aplicable para la producción de setas Shiitake.**

CAPITULO 5

CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES

5.1 CONCLUSIONES.

- El diseño experimental aplicado en esta investigación permitió evaluar la acción de las dos variables más relevantes en el cultivo de *Lentinula edodes* (Shiitake), como son: sustrato-cepa. La investigación realizada permitió involucrar dos tipos de sustratos (agroindustrial y forestal) reciclados que se originan en la provincia del Cotopaxi, con dos cepas provenientes de, Wb-Laboratory de Canadá y la cepa R26 de la Universidad de Pensilvania en Estados Unidos.

Las respuestas experimentales resultantes que permitieron escoger la alternativa seleccionada, luego de los cálculos estadísticos, son Rendimiento y Eficiencia Biológica mayor de 14,14% y 48,36% respectivamente, corresponde al tratamiento con sustrato “80% reemplazo de aserrín en el sustrato de brócoli” y con la cepa “Shiitake Wb de Canadá” (a3b0), siendo este el mejor tratamiento. Todos los demás tratamientos registraron fructificación pero con valores menores en los parámetros anotados. De acuerdo con estos resultados se concluye que si posible el empleo de los desechos del procesamiento del brócoli y desechos forestales de eucalipto para la producción de setas Shiitake.

- Luego de registrar por diez días el crecimiento del carpóforo de las setas Shiitake obtenidas del tratamiento a3b0 (80% reemplazo de aserrín-Shiitake Wb Canadá), se procesaron los datos de manera que se pudiera relacionar la variable Diámetro de Carpóforo con el Tiempo en días. El resultado originó dos ecuaciones de crecimiento del carpóforo, una ecuación para setas grandes y otra para setas pequeñas.

$$\text{Diámetro (mm)} = -0.104t^3 + 1.317t^2 + 4.730t - 1.56; \quad R = 0.995 \text{ (grandes)}$$

$$\text{Diámetro (mm)} = -0.117t^3 + 1.352t^2 + 2.568t + 0,513; \quad R = 0,995 \text{ (pequeñas)}$$

Las dos ecuaciones de tercer orden tienen un índice de correlación cercano a la unidad y pueden ser utilizadas con fines de procesamiento industrial.

- Como alternativa de conservación se escogió la congelación IQF (Individual Quick Freezing) se congelan las setas picadas, previamente preparadas con el fin de eliminar contaminantes, desactivar enzimas del pardeamiento y bajar la carga microbiana. La congelación consiste en hacer pasar por un túnel donde la capa de setas se uniformiza manual y asépticamente, luego ingresa a la sección de congelamiento en una plancha fija perforada donde un chorro de aire con velocidad suficiente asegura que las unidades se mantengan suspendidas de forma que, cada pedazo de seta se congela individualmente y luego de 15 minutos salen a una temperatura de -15°C para ser empacados.

El análisis microbiológico realizado comprobó la eficacia del procesamiento IQF. La carga inicial antes del procesamiento fue de $1,5 \cdot 10^3$ - $2,6 \cdot 10^3$ ufc/g de Recuento Total y $1,2 \cdot 10^2$ - $1,5 \cdot 10^2$ ufc/g de mohos y levaduras, mientras que la carga microbiológica después del procesamiento y almacenamiento por 60 días bajó considerablemente en el caso de mohos y levaduras, se registró una ausencia en el caso de bacterias en el recuento total y de la misma forma en coniformes y *E.coli*. Estos resultados satisfacen a los estándares publicados en bibliografía dentro de la clasificación verduras y hortalizas donde se puede ubicar a las setas. Se concluye que es aplicable la tecnología de congelado rápido IQF en el procesamiento de las setas Shiitake obtenidas del tratamiento a3b0 (80% reemplazo de aserrín-Shiitake Wb Canadá).

- El análisis proximal realizado a las setas cosechadas de mejor tratamiento a3b0 (80% reemplazo de aserrín-Shiitake Wb de Canadá) cuantifica la presencia de 19,33% de proteína en base seca, los valores en base húmeda se reducen a 1,83% de proteína, 4,76% de carbohidratos, 2,16% de fibra, un bajo contenido de grasa de 0,23% y 0,47% de cenizas. Estas cifras se compran con las setas Shiitake consultadas de otros tratamientos y con productos alimenticios convencionales. El análisis de aminoácidos reporta el contenido de la mayoría de aminoácidos incluyendo esenciales y no esenciales. Valiéndose de un computo químico realizado en base al patrón de los aminoácidos esenciales en la dieta diaria que establece la FAO para niños y adultos se conoce que el Shiitake cosechado del tratamiento a3b0 (80% reemplazo de aserrín-Shiitake Wb de Canadá) tiene solamente 1 aminoácido (fenilalanina + tirosina) que cubre con el requerimiento FAO en niños y dos aminoácidos (fenilalanina + tirosina y treonina) que cubre

con el requerimiento FAO en adultos, los demás aminoácidos son considerados como limitantes siendo necesario la combinación con otros alimentos en la ingesta para poder ser aprovechados.

- Los atributos color, olor, sabor, textura y aceptabilidad fueron evaluados por 40 catadores semi-entrenados en las setas Shiitake provenientes del tratamiento a3b0 (80% reemplazo de aserrín-Shiitake Wb Canadá). El resultado en el atributo color indicó que el Shiitake es atractivo a la vista del 57,5% de los jueces que colaboraron en las pruebas sensoriales comparados con setas de Champiñón y hongo Ostra. Un olor “normal característico” presentaron las setas Shiitake y Ostra simultáneamente teniendo las setas Shiitake un 60% de esta calificación. Para el atributo sabor los tres tipos de setas fueron calificadas como “Agradables”, teniendo las setas Shiitake una tendencia favorable respecto a las setas de Champiñón y Ostra, el 47,5% de los catadores para Shiitake y el 32,5% para Champiñón y Ostra. La textura fue evaluada según la suavidad de la seta al ser degustada, los 3 tipos de setas fueron calificadas como “suave” siendo las setas de Shiitake y Ostra las que obtubieron un 60% de los catadores para este atributo, mientras que el 57,5% de catadores calificó al Champiñón como “suave”. Se concluyó el análisis con una prueba de aceptabilidad de los catadores a las distintas setas, los cálculos estadísticos revelaron que no existe diferencia significativa entre las setas, los catadores percibieron este atributo de la misma manera, analizando las calificaciones del Shiitake el 47,5% de los catadores calificó a esta seta como “gusta”.
- Tomando en cuenta que valores de inversión estimados son lo más cercanos a la realidad y el valor de \$2,30 de la única presentación del producto (Shiitake congelado fundas de 400g) esta en competitividad con el mercado actual, el análisis económico estima que la rentabilidad del proyecto es del 45,12%, este valor relaciona el beneficio neto con el capital invertido. Se calcula un punto de equilibrio de 27,81% valor que manifiesta cuanto se necesita vender para que el beneficio sea nulo en otras palabras no se gana ni se pierde. Se asume que el financiamiento será realizado a través de capital propio financiado por más de un inversionista y el capital a préstamo será de \$70000 al 15% de interés sobre saldos en un periodo de 5 años plazo. Entonces si se toman en cuenta las consideraciones aplicadas a este estudio económico se concluye que el proyecto es rentable y se lo puede aplicar.

5.2 RECOMENDACIONES

- Se recomienda realizar estudios de especificación de parámetros en la congelación IQF para *Shiitake*, de esta manera se obtendrá valores reales y necesarios de tiempo-temperatura en las operaciones de tratamiento térmico (blanching) y congelación.
- Realizar un estudio de factibilidad tomando en cuenta un análisis del mercado internacional con miras a la exportación del producto ya que resultaría muy difícil la introducción inmediata del *Pleurotus ostreatus* en el mercado nacional que es muy dependiente a la cultura de consumo existente.
- Documentar las técnicas de cultivo con medios didácticos y prácticos (fotos, planos, presentaciones, manuales) con el objetivo de difundir la técnica de cultivo.
- Se recomienda la innovación mediante el diseño de nuevos productos que tengan como componente principal el Shiitake para poder abrir nuevas oportunidades en el mercado.
- El residuo remanente resultante del cultivo de Shiitake contiene gran variedad de nutrientes que podrían ser utilizados, es por eso que se recomienda realizar investigaciones sobre el potencial que tienen estos componentes y por consiguiente diseñar alternativas de utilización como puede ser la fermentación para humus, componente de balanceado para animales etc.
- Se recomienda realizar investigaciones sobre el aislamiento o extracción de los componentes medicinales que tiene el Shiitake, resultaría muy importante poder realizar productos farmacéuticos naturales que sean de beneficio para la salud.
- En el Ecuador existen muchas otras posibilidades potenciales de sustratos que pueden servir para la producción de Shiitake, entre ellas pueden ser las distintas variedades de residuos forestales que se generan en la costa y la sierra, como también los desechos que se originan luego del procesamiento de los productos agroindustriales, es por eso que se recomienda que se continúe con la investigación en la adaptación de la cepa *Lentinula edodes* en distintos sustratos.

CAPITULO 6

PROPUESTA

6.1 ESTRUCTURA TENTATIVA DE LA PROPUESTA

6.1.1 DATOS INFORMATIVOS:

- **Título:** Producción, procesamiento y exportación de setas *Lentinula edodes* (Shiitake) utilizando tallos de brócoli y otros residuos orgánicos como sustrato.
- **Institución Ejecutora:** Industria PROVEFRUT S.A
- **Beneficiarios:** Los grupos sociales que están ligados directa e indirectamente con la empresa PROVEFRUT S.A (accionistas, trabajadores, clientes, sociedad en general) conjuntamente con el factor ambiental.
- **Ubicación:** Instalaciones de la empresa PROVEFRUT S.A. panamericana norte Km.11 Guaytacama, Cantón Latacunga provincia de Cotopaxi
- **Tiempo estimado para la ejecución:** 8 meses
- **Equipo Técnico Responsable:** El requerido en la instalación de construcción, instalación de maquinarias, operación e inspección del cultivo.

6.1.2 ANTECEDENTES

En la investigación realizada se demuestra la posibilidad de la utilización de los desechos provenientes después del procesamiento de brócoli en la industria PROVEFRUT S.A. y los desechos forestales generados luego de la explotación de la madera de eucalipto, utilizándolos como sustratos conjuntamente en una fermentación sólida para el cultivo de setas Shiitake. Se demostró la posibilidad de cultivo sobre una mezcla del residuo forestal con el residuo agroindustrial generando un rendimiento aceptable para poder ser industrializado. Los análisis realizados demuestran parte de los atributos nutricionales, sensoriales y de calidad que el Shiitake tiene como potencial para poder ingresar al mercado internacional.

6.1.3 JUSTIFICACIÓN

La investigación realizada demuestra la importancia de la utilización de los desechos agroindustriales por una parte. Por otra parte, se describe detalladamente los beneficios que conlleva el consumo de setas Shiitake tanto en la parte nutricional como en la parte medicinal. La viabilidad en el mercado también se encuentra respaldada bibliográficamente.

Aunque no se descarta otras posibilidades para solucionar el problema de la acumulación de los desechos agroindustriales generados luego del procesamiento para la congelación de las frutas y hortalizas, el cultivo de Shiitake presenta una alternativa más a la utilización de los desechos agroindustriales como un recurso renovable que genere ingresos adicionales a las exportaciones tradicionales en el Ecuador, aliviando así la carga en la contaminación ambiental que puede generar la acumulación de estos desechos en los ecosistemas.

El mercado internacional cada día sigue siendo más competitivo gracias a la globalización que se ha venido desarrollando en los últimos años, es por eso que las empresas buscan satisfacer las expectativas de los clientes ofreciendo productos inocuos, con calidad nutricional que sea beneficiosa para la salud y por último que sus procesos no conlleven la contaminación ambiental. Esto se debe a que los consumidores cada día se concientizan más del cuidado de la naturaleza y optan por la preferencia de productos amigables con los ecosistemas y preferiblemente orgánicos obtenidos de recursos renovables.

6.1.4 OBJETIVOS

Objetivo General

Producir, procesar y exportar setas *Pleurotus ostreatus* utilizando tallos de brócoli como sustrato.

Objetivos específicos

- Realizar un estudio técnico de factibilidad para la instalación de una planta procesadora de setas Shiitake utilizando tallos de brócoli como sustrato con miras a la exportación y evaluar sus resultados.
- Diseñar construir y ejecutar la planta de producción y procesamiento de setas Shiitake en las instalaciones de PROVEFRUT S.A.
- Aplicar los parámetros necesarios de calidad de las setas Shiitake para poder exportar el producto congelado en la línea IQF.

6.1.5 ANÁLISIS DE FACTIBILIDAD

La viabilidad de la “Producción, procesamiento y exportación de Shiitake utilizando la mezcla de tallos de brócoli y aserrín de eucalipto como sustrato” permitirá realizar acciones para cumplir los objetivos planteados.

El presente estudio de investigación constituye la base para el proyecto de factibilidad. De la investigación realizada se destacan los siguientes aspectos importantes para la viabilidad de un proyecto productivo:

- El Análisis económico de la producción de las setas Shiitake provenientes del mejor tratamiento y procesadas mediante la tecnología IQF, permiten estimar una rentabilidad de aproximadamente 40,81% del proyecto.
- Las respuestas experimentales resultantes, Rendimiento y Precocidad de 14,14% y 48,36% y tomando en cuenta el tiempo de producción basado en la precocidad (90 días), demuestran que se puede producir hongos todos los meses del año en volúmenes significativos..
- La fundamentación legal nacional e internacional que beneficia y posibilita la producción y procesamiento de hongos comestibles con carácter comercial.

6.1.6 FUNDAMENTACIÓN CIENTÍFICO-TÉCNICA

La investigación previa realizada es la base científico técnica principal para el desarrollo de la propuesta:

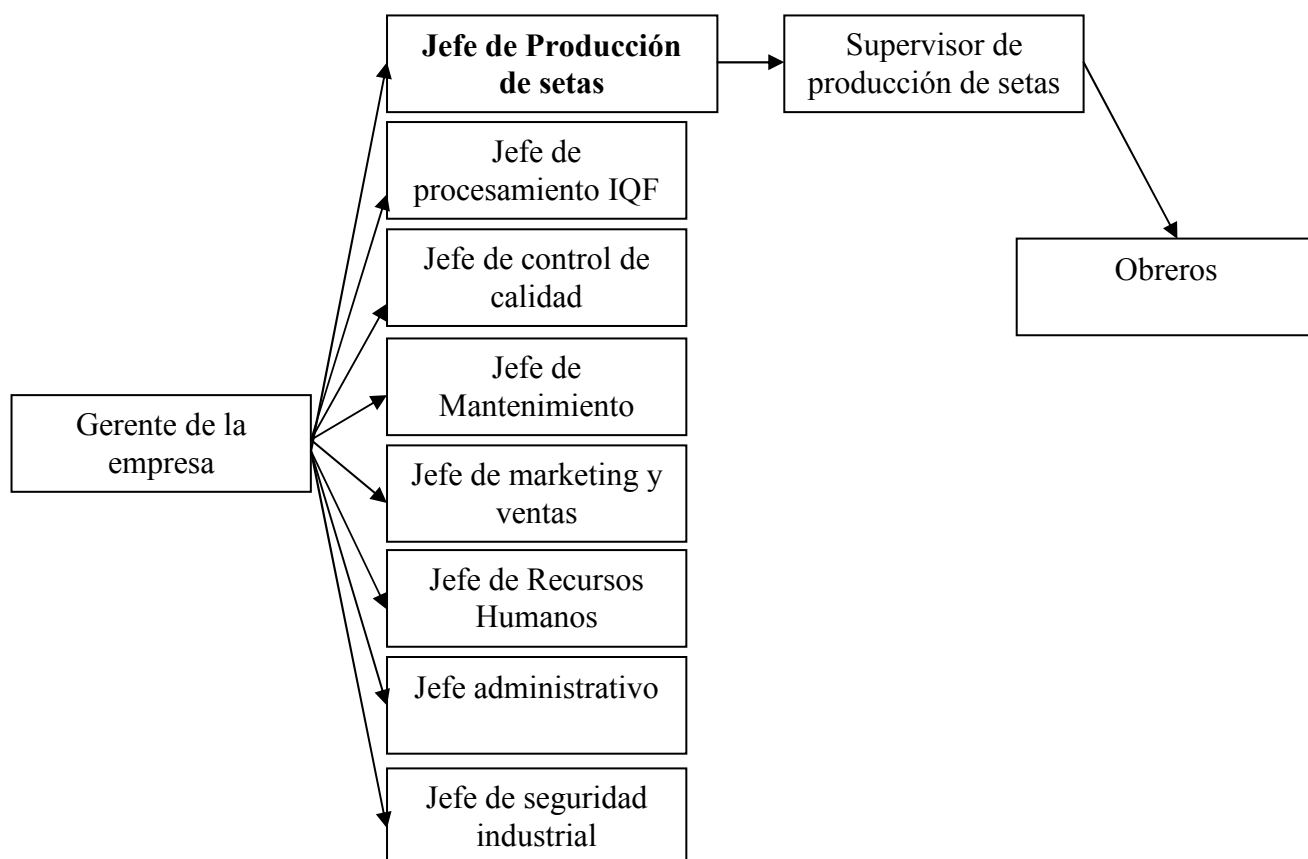
“Empleo de los desechos del procesamiento del brócoli (*Brassica oleracea Itálica*) generados en la industria PROVEFRUT S. A y desechos forestales de Eucalipto (*Eucaliptus globulus*) generados en la provincia de Cotopaxi para la producción de setas Shiitake (*Lentinula edodes*)”

6.1.7 MODELO OPERATIVO

El modelo operativo propuesto será el mismo diseñado en el capítulo que describe la metodología de la investigación previa.

6.1.8 ADMINISTRACIÓN

La unidad operativa que administrará la propuesta tendrá la siguiente estructura:



Esta unidad operativa es acoplada a la estructura administrativa existente en la empresa PROVEFRUT S.A.

6.1.9 PLAN DE MONITOREO Y EVALUACIÓN DE LA PROPUESTA.

CUMPLIMIENTO DE LOS OBJETIVOS ESPECÍFICOS	MES 1	MES 2	MES 3	MES 4	MES 5	MES 6	MES 7	MES 8
Objetivo específico 1								
Objetivo específico 2								
Objetivo específico 3								
Objetivo específico 4								
CUMPLIMIENTO DEL OBJETIVO PRINCIPAL								
OBJETIVO PRINCIPAL 1								
OBSERVACIONES:								

BIBLIOGRAFÍA

1. ANZALDUA, A 1994. La Evaluación sensorial de los Alimentos en la teoría y la práctica. Primera edición. Editorial Acirbia - España. Pp 1-70.
2. ADEFOR. 1995. Comportamiento de 25 procedencias de 3 especies forestales del género Eucalyptus (*E. camaldulensis* Dehn, *E. maculata* Hook. F. y *E. tereticornis* Sm.) en Chancay (Cajamarca, Perú). Informe de investigación N° 5.
3. AKIYAMA, Y et al (1981). Immunological Characteristics of anti-tumor polysaccharides lentinan and its analogues, as immune adjuvant. In Aoki, T. et al., eds: Manipulations of Host Defense Mechanisms. Amsterdam, The Netherlands: Excerpta Medica. International Congress Series.
4. ALEXPOULUS & MIMS (1985). Mushroom Biology and Mushroom Products. University Park: PA. Pen. State. pp 325-334.
5. AOAC 2002. "Methods of Analysis. Official Methods of the Association of Official Analytical Chemists. Thirteenth Edition. Washington.Dc.1018.
6. AOYAGI, Y; KASUGA, A; SASAKI, H; MATUZAMA, M; TSUTAGAWA, Y; KAWAI, H. 1993. Chemical compositions of shiitake mushroom (*lentinula edodes*) (Berk) Sing cultivated on logs and sawdust substrate beds and their to composition of the substrate. Nippon Shokuhin Kogyo Gakkaishi. En: Journal of the Japanese Society for Food Science and Technology. Vol 40.
7. BENNETT, J. W. (1998). Mycotechnology: the role of fungi in biotechnology. Journal of Biotechnology, No 66.
8. CASSELTON, L.A. 1978. Micología. Ed. Pueblo y Educación. Playa Ciudad de la Habana, Cuba.
9. CHA, D. y Col. 1997. Oyster Mushroom – Cultivation Technology and Management (in Korean). Pp 374.
10. CHANG, S., HAYES, W., ZADRAZI L. y KURTMAN, R. 1978. The biology of Pleurotus cultivation in the tropics. The Chinese University Press, Hong Kong.

11. CHRALEY H. 1997. Tecnología de los alimentos. Tad. Gonzalez A. Ed. Limusa Mexico D.F.
12. CHEN, Alice W, Ph.D. (2001). *Cultivation of Lentinula Edodes on Synthetic Logs*. ED. The Mushroom Growers' Newsletter. U.S.A.
13. CHIHARA, G. 1970. Fractionation and purification of the polysaccharides with marked antitumor activity, especially lentinan, from *Lentinus edodes*. *Cancer Reserch* 30.
14. CRISAN at el, 1978. Cultivation of Medical Mushrooms *Lentinula edodes* (Curt : Fr) P. Karst (Shiitake) IJMM1.
15. DANJIANG, C. 1986. Culture of oyster mushroom (*Pleurotus ostreatus* Florida) on five farms wastes at different levels of ammonium sulfate [Philippines]. CLSU [Central Luzon State University] . Scientific Journal. (Philippines). Vol.6, No.1, p.64.
16. DONOSO, C. 1999. Influencia de la luz en la composición lipídica y proteica del *Pleurotus ostreatus* var. *florida*. ESPOCH- Facultad de Ciencias Químicas. Riobamba. Pp 55.
17. Food and Agriculture Organization of the United Nations. Amino acid content of foods and biological data on proteins. Rome: FAO, 1970: (Nutritional Studies; no. 24).
18. FRANCE, A. y CAÑUMIR, J. 2004. El cultivo del hongo ostra. Revista Gobierno de Chile. Ministerio de Agricultura. INIA QUILAMA-PV.
19. FUKUDA, M. 1987 Relation of properties of logs to the rate of wood decay and fruitbody yield in cultivation of *Lentinula edodes*. Tottori Mycol. Inst.
20. FUNG Y Col. (2002). Evaluación del Crecimiento y Producción de *Lentinula edodes* (Shiitake) sobre diferentes sustratos a base de residuos agroindustriales colombianos. Microbiologo Industrial. Pontificia Universidad Javeriana. Facultad de Ciencias. Departamento Microbiología. Bogota D. C.
21. GALVEZ, E. 1998. LA ENCICLOPEDIA INTERACTIVA DE LAS SETAS COMESTIBLES.
22. GARCÍA, A., TORRES, R. (2003) Producción de enzimas lignolíticas por Basidiomycetes mediante la técnica de fermentación en sustrato sólido. Revista colombiana de biotecnología. 4 (1): 56-64.
23. GUZMÁN, G., MATA. G., SALMONES, D., SOTO - VELAZCO C. y DÁVALOS L. 1993. El cultivo de los hongos comestibles, con especial atención

- a especies tropicales y residuos Agroindustriales. México DF. IPN/Centro de Ecodesarrollo.
24. HANKSWORTH, L.D. (1997). Congreso Nacional de Micología, Jornadas Científicas. Chiapas-México.
 25. HAHAFUSA, T, et al. 1990. Intestinal absorption and tissue distribution of immunoactive and antiviral wáter-soluble lignins in rats.
 26. HERNANDEZ, Jairo y SALCEDO, Hermes. (2005). *Informe salida de campo: organismos extremofilos y producción comercial del hongo Shiitake (Lentinula edodes)*. Ed. UNITROPICO.
 27. HERRERA N, ULLOA C (1990). Introducción a la Micología Moderna. 2da edición. Publicación Científica. Jalisco-México.
 28. IZUKA, H. 1997. Production of *Lentinus edodes* mycelia extract. Food Reviews International.
 29. JONG S., BRIGMINGHAM J (1993). Technical Factors in Shiitake Culture. Monthly Magazine.
 30. Ji-Yeol Lee, 2006. Shiitake and Maytake Mushrooms on medical develoments. Word Scientific. Singapore.
 31. KOGA, J. 1991. Antiviral fraction of aqueous *Lentinula edodes* extract. European Patent Application
 32. KÜES, U., LIU, Y. (2000). Fruiting Body Production in Basidiomicetes. Appl Microbiol Biotechnol. 54:141-152.
 33. LAHMAN O. Mushroom practices and production in Latin America. Science and cultivation of edible and medicinal fungi. University Park, PA: The Pennsylvania State University Press.
 34. LASOTA, W. 1989. Chemical Composition of Cultivate Mushrooms. Part III. Shiitake *Lentinus edodes*. Bormatol Chem Toksykol.
 35. LUO, X. 2004. Progres of Xiang-gu cultivation on esterilized substrate, on Wood logs. In: Mushroom Cultivation. 3rd ed. Leiden, the Netherlands: Backhuys.
 36. Manual para la Producción y Comercialización de Hongos Comestibles. 2005. Publicación en Argentina.
 37. MARTÍNEZ, D., QUIRARTE, M., SOTO, C., SALMONES, D. y GUZMÁN, G. (1984). Perspectivas sobre el cultivo de hongos comestibles en residuos agroindustriales en México. Bol. Soc. Mex. Pp 207-219.

38. MARTÍNEZ., CARRERA, D., LEBEN, R., MORALES, P., SOBAL, M., y SAAVEDRA, A. 1991. Historia del cultivo comercial de hongos comestibles en México. Ciencia y Desarrollo. Cap.16. Pp 33-43.
39. MEDINA R. 2006. Biosetas Andinas. SERNAP. México D. F.
40. MENENDEZ D, PAREDES M. (2008). Mezclas de residuos de cultivo de banano y de madera de laurel en la obtención de sustratos para el cultivo industrial de Shiitake (*Lentinula edodes*) Tesis de grado previo al título de Ingeniero en Alimentos en la Universidad Técnica de Ambato. Ambato-Ecuador.
41. MICHELENA A, GERMAN C(2007) Utilización de residuos agroindustriales de la costa y amazonía ecuatorianas en la producción de seta *Lentinula edodes* Tesis de grado previo al título de Ingeniero en Alimentos en la Universidad Técnica de Ambato. Ambato-Ecuador.
42. MILES Y CHANG, 1997. effective dose of *Lentinula edodes* in humans, *Lentinula*, systematic. Phytophatology and Pharmacology Buchanan Hseu and Moncalvo.
43. MUÑOZ, C., CHÁVEZ, V., ROLDAN A., LEDESMA, S., MENDOSA M., PÉREZ, Gil. y HERNÁNDEZ, Ch. 1996. Tablas de valor nutritivo de los alimentos de mayor consumo en México. Edit. Pax. México. pp. 86.
44. MushWorld. 2005. Manual del cultivo de hongo 1. Publicado por MushWorld. Impreso en la República de Corea.
45. Mushroom growers' handbook 2. (2005). *Shiitake cultivation*. Ed. Mush World. República de Corea. pp:1-280.
46. NARVEZ y Col 1976. La industria maderera en el Ecuador, situación actual y perspectivas futuras. EPN. Quito-Ecuador
47. OEI, P (2003). Mushroom cultivation. Tercera edición. Backhuys Publisher. Leiden Holanda.
48. Official Methods of Analysis of AOAC International, CD ROOM, 17 th Edition, Current Trough Revision # 1, 2002.
49. PALACIOS A. (2007). Utilización de residuos Agroindustriales de la costa en la obtención de setas *Pleurotus ostreatus* var. Florida y *Pleurotus pulmonarius* var. Florida. Tesis de grado previo al título de Ingeniero en Alimentos en la Universidad Técnica de Ambato. Ambato-Ecuador.
50. PEDREROS J. Evaluación del crecimiento y producción de *Lentinula edodes* (Shiitake) en residuos agroindustriales. Trabajo de grado. Pontificia Universidad Javeriana, Facultad de Ciencias, Carrera de Microbiología Industrial. Bogotá D.C 2007.

51. RODRÍGUEZ, S., FERNÁNDEZ, M., BERMÚDEZ, R., et al. (2003) Tratamiento de efluentes industriales coloreados con *Pleurotus* spp. Rev Iberoam Micol. 20: 164-168.
52. ROYSE, D. BAHLER C. (1986). Effects of genotype, spawn run time, and substrate formulation on biological efficiency of Shiitake. Applied and Environmental Microbiology.
53. SAÉNZ, T. 1990. Aspectos económicos, costos de las producciones: Evaluación económica del proceso de producción de hongos comestibles y forraje beneficiado. Habana: ICIDCA.
54. SALOMÓN, L. 1996. El reino fungi. México, México D. F.
55. SANCHEZ ACOSTA, M, 2005. Eficiencia y calidad en aserrado de madera de eucalipto, 1995. IV Simposio Flor. Do Rio Grande
56. SANCHEZ, A., et al. (2002) Biodegradation of Viticulture Wastes by *Pleurotus*: A Source of Microbial and Human Food and Its Potential.
57. SOLOMÓN 1996. Micología Práctica. 3ra edición. Editorial Panamericana. Buenos Aires - Argentina.
58. STAMENTS (2000), Morfología y reproducción de los hongos superiores. 3ra Edición.
59. TORRES X, (2003). Cultivo de Hongos comestibles y medicinales en residuos orgánicos agroindustriales. Universidad de Jalisco. Jalisco-México.
60. VICOBOS, op. cit, 1998. Growing Gourmet and Medicinal Mushroom. Berkeley Toronto.
61. VIDAL G (1997). El efecto real de los residuos agroindustriales sobre el medio ambiente. Universidad Politécnica del Chimborazo. Riobamba-Ecuador.
62. WASSER Y WEISS, 1999. Chinese Medical Mycology. United Press of Beijing Medical University and Chinese United Medical University. Pp. 496-517
63. WESSELS, J.G.H. (1993). Fruiting in the higher fungi. Advances in Microbial Physiology, no. 65

Sitios Web:

- http://venezuela.acambiode.com/intercambio_comercializacion.html
- http://www.invenia.es/inveniaextensions:paginas_agricolas_comercializacion
- <http://www.agapea.com/libros/Comercializacion-de-productos-y-servicios-turisticos-isbn-8497565088->
- <http://www.igooh.com/tags/comercialización>
- <http://foros.biomanantial.com/shiitake-vt2393.html>
- <http://clasificados.grippe.com.ar/cgi-local/negocios.pl?read=49947>
- <http://compra-venta.vivavisos.com/juegos-libros-usados+norte-bogota/video-curso-de-orellanas-y-shiitake/9705627>
- <http://www.infoagro.com/hortalizas/brocoli.htm>
- <http://vric.ucdavis.edu/veginfo/commodity/broccoli/Broccoli-spanish.pdf>
- <http://www.reviberoammicol.com/1997-14/173176.pdf>
- <http://.MushWorld.com>
- <http://www.asturnatura.com/especie/eucalyptus-globulus.html>
- <http://www.gestiopolis.com/recursos2/documentos/fulldocs/fin/evaproivan.htm>
- <http://interlink.es/ejgalvez/productos.htm>
- <http://www.inia.cl/cobertura/quilamapu/pubbycom/tattersall/tattersall3.htm>
- <http://es.wikipedia.org/wiki/Lignina>
- <http://www.micotec.cl>, 2008
- <http://www.accionecologica.org/index>
- <http://www.sica.gov.ec/censo/>

ANEXO A
DATOS EXPERIMENTALES

TABLA A 1. PESO (Kg) DE LAS SETAS SHIITAKE (*Lentinula edodes*) DE LA PRIMERA COSECHA EN LOS DIFERENTES TRATAMIENTOS.

	TRATAMIENTOS	R (kg)	R1 (kg)	R2 (kg)	PROMEDIO (kg)
a0b0	Sustrato de Brócoli-Shiitake (Wb) Canadá	0,043	0,055	0,038	0,045
a0b1	Sustrato de Brócoli-Shiitake (R26) USA	0,024	0,046	0,029	0,033
a1b0	20% reemplazo de aserrín-Shiitake (Wb) Canadá	0,149	0,194	0,206	0,183
a1b1	20% reemplazo de aserrín-Shiitake (R26) USA	0,124	0,228	0,122	0,158
a2b0	40% reemplazo de aserrín-Shiitake (Wb) Canadá	0,263	0,197	0,292	0,251
a2b1	40% reemplazo de aserrín-Shiitake (R26) USA	0,271	0,166	0,258	0,232
a3b0	80% reemplazo de aserrín-Shiitake (Wb) Canadá	0,319	0,294	0,249	0,287
a3b1	80% reemplazo de aserrín-Shiitake (R26) USA	0,268	0,290	0,279	0,279

FUENTE: Laboratorios FCIAL-UOITA, 2008

ELABORADO POR: Fernando Pazmiño

TABLA A 2. PESO (Kg) DE LAS SETAS SHIITAKE (*Lentinula edodes*) DE LA SEGUNDA COSECHA EN LOS DIFERENTES TRATAMIENTOS.

	TRATAMIENTOS	R (kg)	R1 (kg)	R2 (kg)	PROMEDIO (kg)
a0b0	Sustrato de Brócoli-Shiitake (Wb) Canadá	0,014	0,021	0,028	0,021
a0b1	Sustrato de Brócoli-Shiitake (R26) USA	0,013	0,026	0,000	0,013
a1b0	20% reemplazo de aserrín-Shiitake (Wb) Canadá	0,035	0,027	0,051	0,038
a1b1	20% reemplazo de aserrín-Shiitake (R26) USA	0,031	0,022	0,035	0,029
a2b0	40% reemplazo de aserrín-Shiitake (Wb) Canadá	0,048	0,055	0,061	0,055
a2b1	40% reemplazo de aserrín-Shiitake (R26) USA	0,042	0,057	0,046	0,048
a3b0	80% reemplazo de aserrín-Shiitake (Wb) Canadá	0,123	0,111	0,102	0,112
a3b1	80% reemplazo de aserrín-Shiitake (R26) USA	0,102	0,088	0,105	0,098

FUENTE: Laboratorios FCIAL-UOITA, 2008

ELABORADO POR: Fernando Pazmiño

*****TABLA A 3. PESO (Kg) DE LAS SETAS SHIITAKE (*Leninula edodes*) DE LA TERCERA COSECHA EN LOS DIFERENTES TRATAMIENTOS.

	TRATAMIENTOS	R (kg)	R1 (kg)	R2 (kg)	PROMEDIO (kg)
a0b0	Sustrato de Brócoli-Shiitake (Wb) Canadá	0,000	0,000	0,000	0,000
a0b1	Sustrato de Brócoli-Shiitake (R26) USA	0,000	0,000	0,000	0,000
a1b0	20% reemplazo de aserrín-Shiitake (Wb) Canadá	0,012	0,009	0,017	0,013
a1b1	20% reemplazo de aserrín-Shiitake (R26) USA	0,010	0,008	0,009	0,009
a2b0	40% reemplazo de aserrín-Shiitake (Wb) Canadá	0,012	0,013	0,015	0,013
a2b1	40% reemplazo de aserrín-Shiitake (R26) USA	0,014	0,018	0,012	0,015
a3b0	80% reemplazo de aserrín-Shiitake (Wb) Canadá	0,021	0,018	0,023	0,021
a3b1	80% reemplazo de aserrín-Shiitake (R26) USA	0,015	0,021	0,016	0,017

FUENTE: Laboratorios FCIAL-UOITA, 2008

ELABORADO POR: Fernando Pazmiño

TABLA A 4. PESO (Kg) DE LAS SETAS SHIITAKE (*Lentinula edodes*) DE LAS TRES COSECHAS EN LOS DIFERENTES TRATAMIENTOS.

	TRATAMIENTOS	R (kg)	R1 (kg)	R2 (kg)	PROMEDIO (kg)
a0b0	Sustrato de Brócoli-Shiitake (Wb) Canadá	0,057	0,076	0,066	0,066
a0b1	Sustrato de Brócoli-Shiitake (R26) USA	0,037	0,072	0,029	0,046
a1b0	20% reemplazo de aserrín-Shiitake (Wb) Canadá	0,196	0,230	0,274	0,233
a1b1	20% reemplazo de aserrín-Shiitake (R26) USA	0,165	0,258	0,166	0,196
a2b0	40% reemplazo de aserrín-Shiitake (Wb) Canadá	0,323	0,265	0,368	0,319
a2b1	40% reemplazo de aserrín-Shiitake (R26) USA	0,327	0,241	0,316	0,295
a3b0	80% reemplazo de aserrín-Shiitake (Wb) Canadá	0,463	0,423	0,374	0,420
a3b1	80% reemplazo de aserrín-Shiitake (R26) USA	0,385	0,399	0,400	0,395

FUENTE: Laboratorios FCIAL-UOITA, 2008

ELABORADO POR: Fernando Pazmiño

TABLA A 5. NÚMERO DE SETAS SHIITAKE (*Leninula edodes*) COSECHADAS DE LA PRIMERA COSECHA EN LOS DIFERENTES TRATAMIENTOS.

	TRATAMIENTOS	R	R2	R3	PROMEDIO
a0b0	Sustrato de Brócoli-Shiitake (Wb) Canadá	1	1	1	1
a0b1	Sustrato de Brócoli-Shiitake (R26) USA	1	2	1	1
a1b0	20% reemplazo de aserrín-Shiitake (Wb) Canadá	3	4	4	4
a1b1	20% reemplazo de aserrín-Shiitake (R26) USA	7	5	5	6
a2b0	40% reemplazo de aserrín-Shiitake (Wb) Canadá	7	7	5	6
a2b1	40% reemplazo de aserrín-Shiitake (R26) USA	5	5	6	5
a3b0	80% reemplazo de aserrín-Shiitake (Wb) Canadá	8	7	7	7
a3b1	80% reemplazo de aserrín-Shiitake (R26) USA	7	6	6	6

FUENTE: Laboratorios FCIAL-UOITA, 2008

ELABORADO POR: Fernando Pazmiño

TABLA A 6. NÚMERO DE SETAS SHIITAKE (*Lentinula edodes*) COSECHADAS DE LA SEGUNDA COSECHA EN LOS DIFERENTES TRATAMIENTOS.

	TRATAMIENTOS	R	R2	R3	PROMEDIO
a0b0	Sustrato de Brócoli-Shiitake (Wb) Canadá	1	1	1	1
a0b1	Sustrato de Brócoli-Shiitake (R26) USA	1	1	0	1
a1b0	20% reemplazo de aserrín-Shiitake (Wb) Canadá	2	1	2	2
a1b1	20% reemplazo de aserrín-Shiitake (R26) USA	1	1	1	1
a2b0	40% reemplazo de aserrín-Shiitake (Wb) Canadá	2	3	3	3
a2b1	40% reemplazo de aserrín-Shiitake (R26) USA	2	2	2	2
a3b0	80% reemplazo de aserrín-Shiitake (Wb) Canadá	3	2	3	3
a3b1	80% reemplazo de aserrín-Shiitake (R26) USA	2	3	2	2

**FUENTE: Laboratorios FCIAL-UOITA, 2008
ELABORADO POR: Fernando Pazmiño**

TABLA A 7. NÚMERO DE SETAS SHIITAKE (*Lentinula edodes*) COSECHADAS DE LA TERCERA COSECHA EN LOS DIFERENTES TRATAMIENTOS.

	TRATAMIENTOS	R	R2	R3	PROMEDIO
a0b0	Sustrato de Brócoli-Shiitake (Wb) Canadá	0	0	0	0
a0b1	Sustrato de Brócoli-Shiitake (R26) USA	0	0	0	0
a1b0	20% reemplazo de aserrín-Shiitake (Wb) Canadá	1	1	1	1
a1b1	20% reemplazo de aserrín-Shiitake (R26) USA	1	1	1	1
a2b0	40% reemplazo de aserrín-Shiitake (Wb) Canadá	1	1	1	1
a2b1	40% reemplazo de aserrín-Shiitake (R26) USA	1	1	1	1
a3b0	80% reemplazo de aserrín-Shiitake (Wb) Canadá	1	1	1	1
a3b1	80% reemplazo de aserrín-Shiitake (R26) USA	1	1	1	1

**FUENTE: Laboratorios FCIAL-UOITA, 2008
ELABORADO POR: Fernando Pazmiño**

TABLA A 8. NÚMERO DE SETAS SHIITAKE (*Leninula edodes*) DE LAS TRES COSECHAS EN LOS DIFERENTES TRATAMIENTOS.

	TRATAMIENTOS	R	R2	R3	PROMEDIO
a0b0	Sustrato de Brócoli-Shiitake (Wb) Canadá	2	2	2	2
a0b1	Sustrato de Brócoli-Shiitake (R26) USA	2	3	1	2
a1b0	20% reemplazo de aserrín-Shiitake (Wb) Canadá	6	6	7	6
a1b1	20% reemplazo de aserrín-Shiitake (R26) USA	9	7	7	8
a2b0	40% reemplazo de aserrín-Shiitake (Wb) Canadá	10	11	9	10
a2b1	40% reemplazo de aserrín-Shiitake (R26) USA	8	8	9	8
a3b0	80% reemplazo de aserrín-Shiitake (Wb) Canadá	12	10	11	11
a3b1	80% reemplazo de aserrín-Shiitake (R26) USA	10	10	9	10

**FUENTE: Laboratorios FCIAL-UOITA, 2008
ELABORADO POR: Fernando Pazmiño**

TABLA A 9. RENDIMIENTO (%) DE LA PRIMERA COSECHA DE LAS SETAS SHIITAKE (*Lentinula edodes*) EN LOS DIFERENTES TRATAMIENTOS.

	TRATAMIENTOS	R (%)	R1 (%)	R2 (%)	PROMEDIO (%)
a0b0	Sustrato de Brócoli-Shiitake (Wb) Canadá	2,15	2,72	1,90	2,26
a0b1	Sustrato de Brócoli-Shiitake (R26) USA	1,18	2,31	1,43	1,64
a1b0	20% reemplazo de aserrín-Shiitake (Wb) Canadá	7,49	9,73	10,14	9,12
a1b1	20% reemplazo de aserrín-Shiitake (R26) USA	6,16	11,16	6,11	7,81
a2b0	40% reemplazo de aserrín-Shiitake (Wb) Canadá	13,16	9,69	14,62	12,49
a2b1	40% reemplazo de aserrín-Shiitake (R26) USA	13,35	8,32	12,95	11,54
a3b0	80% reemplazo de aserrín-Shiitake (Wb) Canadá	15,61	14,76	12,05	14,14
a3b1	80% reemplazo de aserrín-Shiitake (R26) USA	13,07	14,35	13,64	13,69

FUENTE: Laboratorios FCIAL-UOITA, 2008

ELABORADO POR: Fernando Pazmiño

TABLA A 10. RENDIMIENTO (%) DE LA SEGUNDA COSECHA DE LAS SETAS SHIITAKE (*Lentinula edodes*) EN LOS DIFERENTES TRATAMIENTOS.

	TRATAMIENTOS	R (%)	R1 (%)	R2 (%)	PROMEDIO (%)
a0b0	Sustrato de Brócoli-Shiitake (Wb) Canadá	0,70	1,04	1,40	1,05
a0b1	Sustrato de Brócoli-Shiitake (R26) USA	0,64	1,30	0,00	0,65
a1b0	20% reemplazo de aserrín-Shiitake (Wb) Canadá	1,76	1,35	2,51	1,87
a1b1	20% reemplazo de aserrín-Shiitake (R26) USA	1,54	1,08	1,75	1,46
a2b0	40% reemplazo de aserrín-Shiitake (Wb) Canadá	2,40	2,71	3,06	2,72
a2b1	40% reemplazo de aserrín-Shiitake (R26) USA	2,07	2,86	2,31	2,41
a3b0	80% reemplazo de aserrín-Shiitake (Wb) Canadá	6,02	5,57	4,93	5,51
a3b1	80% reemplazo de aserrín-Shiitake (R26) USA	4,98	4,35	5,13	4,82

FUENTE: Laboratorios FCIAL-UOITA, 2008

ELABORADO POR: Fernando Pazmiño

TABLA A 11. RENDIMIENTO (%) DE LA TERCERA COSECHA DE LAS SETAS SHIITAKE (*Lentinula edodes*) EN LOS DIFERENTES TRATAMIENTOS.

	TRATAMIENTOS	R (%)	R1 (%)	R2 (%)	PROMEDIO (%)
a0b0	Sustrato de Brócoli-Shiitake (Wb) Canadá	0,00	0,00	0,00	0,00
a0b1	Sustrato de Brócoli-Shiitake (R26) USA	0,00	0,00	0,00	0,00
a1b0	20% reemplazo de aserrín-Shiitake (Wb) Canadá	0,60	0,45	0,84	0,63
a1b1	20% reemplazo de aserrín-Shiitake (R26) USA	0,50	0,39	0,45	0,45
a2b0	40% reemplazo de aserrín-Shiitake (Wb) Canadá	0,60	0,64	0,75	0,66
a2b1	40% reemplazo de aserrín-Shiitake (R26) USA	0,69	0,90	0,60	0,73
a3b0	80% reemplazo de aserrín-Shiitake (Wb) Canadá	1,03	0,90	1,11	1,01
a3b1	80% reemplazo de aserrín-Shiitake (R26) USA	0,73	1,04	0,78	0,85

FUENTE: Laboratorios FCIAL-UOITA, 2008

ELABORADO POR: Fernando Pazmiño

TABLA A 12. RENDIMIENTO (%) EN LAS TRES COSECHAS DE LAS SETAS SHIITAKE (*Lentinula edodes*) EN LOS DIFERENTES TRATAMIENTOS.

	TRATAMIENTOS	R (%)	R1 (%)	R2 (%)	PROMEDIO (%)
a0b0	Sustrato de Brócoli-Shiitake (Wb) Canadá	2,85	3,76	3,30	3,30
a0b1	Sustrato de Brócoli-Shiitake (R26) USA	1,82	3,61	1,43	2,29
a1b0	20% reemplazo de aserrín-Shiitake (Wb) Canadá	9,85	11,54	13,49	11,63
a1b1	20% reemplazo de aserrín-Shiitake (R26) USA	8,20	12,63	8,31	9,71
a2b0	40% reemplazo de aserrín-Shiitake (Wb) Canadá	16,17	13,04	18,43	15,88
a2b1	40% reemplazo de aserrín-Shiitake (R26) USA	16,11	12,09	15,86	14,68
a3b0	80% reemplazo de aserrín-Shiitake (Wb) Canadá	22,66	21,23	18,09	20,66
a3b1	80% reemplazo de aserrín-Shiitake (R26) USA	18,78	19,74	19,56	19,36

FUENTE: Laboratorios FCIAL-UOITA, 2008

ELABORADO POR: Fernando Pazmiño

TABLA A 13. EFICIENCIA BIOLÓGICA (%) DE LA PRIMERA COSECHA DE LAS SETAS SHIITAKE (*Lentinula edodes*) EN LOS DIFERENTES TRATAMIENTOS.

	TRATAMIENTOS	R (%)	R1 (%)	R2 (%)	PROMEDIO (%)
a0b0	Sustrato de Brócoli-Shiitake (Wb) Canadá	7,36	9,30	6,51	7,72
a0b1	Sustrato de Brócoli-Shiitake (R26) USA	4,04	7,89	4,90	5,61
a1b0	20% reemplazo de aserrín-Shiitake (Wb) Canadá	25,61	33,29	34,69	31,20
a1b1	20% reemplazo de aserrín-Shiitake (R26) USA	21,08	38,16	20,88	26,71
a2b0	40% reemplazo de aserrín-Shiitake (Wb) Canadá	45,02	33,16	50,01	42,73
a2b1	40% reemplazo de aserrín-Shiitake (R26) USA	45,65	28,47	44,30	39,47
a3b0	80% reemplazo de aserrín-Shiitake (Wb) Canadá	53,40	50,48	41,20	48,36
a3b1	80% reemplazo de aserrín-Shiitake (R26) USA	44,71	49,07	46,66	46,81

FUENTE: Laboratorios FCIAL-UOITA, 2008

ELABORADO POR: Fernando Pazmiño

TABLA A 14. EFICIENCIA BIOLÓGICA (%) DE LA SEGUNDA COSECHA DE LAS SETAS SHIITAKE (*Lentinula edodes*) EN LOS DIFERENTES TRATAMIENTOS.

	TRATAMIENTOS	R (%)	R1 (%)	R2 (%)	PROMEDIO (%)
a0b0	Sustrato de Brócoli-Shiitake (Wb) Canadá	2,40	3,55	4,80	3,58
a0b1	Sustrato de Brócoli-Shiitake (R26) USA	2,19	4,46	0,00	2,22
a1b0	20% reemplazo de aserrín-Shiitake (Wb) Canadá	6,02	4,63	8,59	6,41
a1b1	20% reemplazo de aserrín-Shiitake (R26) USA	5,27	3,69	5,99	4,98
a2b0	40% reemplazo de aserrín-Shiitake (Wb) Canadá	8,22	9,26	10,46	9,31
a2b1	40% reemplazo de aserrín-Shiitake (R26) USA	7,07	9,78	7,90	8,25
a3b0	80% reemplazo de aserrín-Shiitake (Wb) Canadá	20,59	19,06	16,88	18,84
a3b1	80% reemplazo de aserrín-Shiitake (R26) USA	17,02	14,89	17,56	16,49

FUENTE: Laboratorios FCIAL-UOITA, 2008

ELABORADO POR: Fernando Pazmiño

TABLA A 15. EFICIENCIA BIOLÓGICA (%) DE LA TERCERA COSECHA DE LAS SETAS SHIITAKE (*Lentinula edodes*) EN LOS DIFERENTES TRATAMIENTOS.

	TRATAMIENTOS	R (%)	R1 (%)	R2 (%)	PROMEDIO (%)
a0b0	Sustrato de Brócoli-Shiitake (Wb) Canadá	0,00	0,00	0,00	0,00
a0b1	Sustrato de Brócoli-Shiitake (R26) USA	0,00	0,00	0,00	0,00
a1b0	20% reemplazo de aserrín-Shiitake (Wb) Canadá	2,06	1,54	2,86	2,16
a1b1	20% reemplazo de aserrín-Shiitake (R26) USA	1,70	1,34	1,54	1,53
a2b0	40% reemplazo de aserrín-Shiitake (Wb) Canadá	2,05	2,19	2,57	2,27
a2b1	40% reemplazo de aserrín-Shiitake (R26) USA	2,36	3,09	2,06	2,50
a3b0	80% reemplazo de aserrín-Shiitake (Wb) Canadá	3,52	3,09	3,81	3,47
a3b1	80% reemplazo de aserrín-Shiitake (R26) USA	2,50	3,55	2,68	2,91

FUENTE: Laboratorios FCIAL-UOITA, 2008

ELABORADO POR: Fernando Pazmiño

TABLA A 16. EFICIENCIA BIOLÓGICA (%) DE LAS TRES COSECHAS DE LAS SETAS SHIITAKE (*Lentinula edodes*) EN LOS DIFERENTES TRATAMIENTOS

	TRATAMIENTOS	R (%)	R1 (%)	R2 (%)	PROMEDIO (%)
a0b0	Sustrato de Brócoli-Shiitake (Wb) Canadá	9,76	12,85	11,30	11,30
a0b1	Sustrato de Brócoli-Shiitake (R26) USA	6,23	12,36	4,90	7,83
a1b0	20% reemplazo de aserrín-Shiitake (Wb) Canadá	33,68	39,47	46,14	39,76
a1b1	20% reemplazo de aserrín-Shiitake (R26) USA	28,05	43,19	28,41	33,22
a2b0	40% reemplazo de aserrín-Shiitake (Wb) Canadá	55,29	44,60	63,04	54,31
a2b1	40% reemplazo de aserrín-Shiitake (R26) USA	55,08	41,34	54,25	50,22
a3b0	80% reemplazo de aserrín-Shiitake (Wb) Canadá	77,51	72,62	61,88	70,67
a3b1	80% reemplazo de aserrín-Shiitake (R26) USA	64,23	67,52	66,89	66,21

FUENTE: Laboratorios FCIAL-UOITA, 2008

ELABORADO POR: Fernando Pazmiño

TABLA A 17. TAMAÑO DE BASIDIOMA (g/hongo) DE LA PRIMERA COSECHA DE LAS SHIITAKE (*Leninula edodes*) EN LOS DIFERENTES TRATAMIENTOS

	TRATAMIENTOS	R (g/hongo)	R1 (g/hongo)	R2 (g/hongo)	PROMEDIO (g/hongo)
a0b0	Sustrato de Brócoli-Shiitake (Wb) Canadá	43,00	44,24	38,00	41,75
a0b1	Sustrato de Brócoli-Shiitake (R26) USA	24,00	23,00	29,00	25,33
a1b0	20% reemplazo de aserrín-Shiitake (Wb) Canadá	49,67	48,50	51,50	49,89
a1b1	20% reemplazo de aserrín-Shiitake (R26) USA	17,44	45,52	24,40	29,12
a2b0	40% reemplazo de aserrín-Shiitake (Wb) Canadá	37,57	28,14	58,35	41,35
a2b1	40% reemplazo de aserrín-Shiitake (R26) USA	54,22	33,20	43,00	43,47
a3b0	80% reemplazo de aserrín-Shiitake (Wb) Canadá	39,88	42,00	35,57	39,15
a3b1	80% reemplazo de aserrín-Shiitake (R26) USA	38,29	48,33	46,50	44,37

FUENTE: Laboratorios FCIAL-UOITA, 2008

ELABORADO POR: Fernando Pazmiño

TABLA A 18. TAMAÑO DE BASIDIOMA (g/hongo) DE LA SEGUNDA COSECHA DE LAS SHIITAKE (*Lentinula edodes*) EN LOS DIFERENTES TRATAMIENTOS

	TRATAMIENTOS	R (g/hongo)	R1 (g/hongo)	R2 (g/hongo)	PROMEDIO (g/hongo)
a0b0	Sustrato de Brócoli-Shiitake (Wb) Canadá	14,00	29,88	28,00	23,96
a0b1	Sustrato de Brócoli-Shiitake (R26) USA	13,00	26,00	0,00	13,00
a1b0	20% reemplazo de aserrín-Shiitake (Wb) Canadá	17,50	27,00	25,50	23,33
a1b1	20% reemplazo de aserrín-Shiitake (R26) USA	23,90	22,00	35,00	26,97
a2b0	40% reemplazo de aserrín-Shiitake (Wb) Canadá	24,00	18,33	20,33	20,89
a2b1	40% reemplazo de aserrín-Shiitake (R26) USA	21,00	28,50	23,00	24,17
a3b0	80% reemplazo de aserrín-Shiitake (Wb) Canadá	41,00	55,50	34,00	43,50
a3b1	80% reemplazo de aserrín-Shiitake (R26) USA	51,00	29,33	52,50	44,28

FUENTE: Laboratorios FCIAL-UOITA, 2008

ELABORADO POR: Fernando Pazmiño

TABLA A 19. TAMAÑO DE BASIDIOMA (g/hongo) DE LA TERCERA COSECHA DE LAS SHIITAKE (*Lentinula edodes*) EN LOS DIFERENTES TRATAMIENTOS

	TRATAMIENTOS	R (g/hongo)	R1 (g/hongo)	R2 (g/hongo)	PROMEDIO (g/hongo)
a0b0	Sustrato de Brócoli-Shiitake (Wb) Canadá	0,00	0,00	0,00	0,00
a0b1	Sustrato de Brócoli-Shiitake (R26) USA	0,00	0,00	0,00	0,00
a1b0	20% reemplazo de aserrín-Shiitake (Wb) Canadá	12,00	9,00	17,00	12,67
a1b1	20% reemplazo de aserrín-Shiitake (R26) USA	10,00	8,00	9,00	9,00
a2b0	40% reemplazo de aserrín-Shiitake (Wb) Canadá	12,00	13,00	15,00	13,33
a2b1	40% reemplazo de aserrín-Shiitake (R26) USA	14,00	18,00	12,00	14,67
a3b0	80% reemplazo de aserrín-Shiitake (Wb) Canadá	21,00	18,00	23,00	20,67
a3b1	80% reemplazo de aserrín-Shiitake (R26) USA	15,00	21,00	16,00	17,33

FUENTE: Laboratorios FCIAL-UOITA, 2008

ELABORADO POR: Fernando Pazmiño

TABLA A 20. TAMAÑO DE BASIDIOMA (g/hongo) DE LA TRES COSECHAS DE LAS SHIITAKE (*Lentinula edodes*) EN LOS DIFERENTES TRATAMIENTOS

	TRATAMIENTOS	R (g/hongo)	R1 (g/hongo)	R2 (g/hongo)	PROMEDIO (g/hongo)
a0b0	Sustrato de Brócoli-Shiitake (Wb) Canadá	28,50	39,06	33,00	33,52
a0b1	Sustrato de Brócoli-Shiitake (R26) USA	18,50	24,00	29,00	23,83
a1b0	20% reemplazo de aserrín-Shiitake (Wb) Canadá	32,67	38,33	39,14	36,71
a1b1	20% reemplazo de aserrín-Shiitake (R26) USA	17,54	36,80	23,71	26,02
a2b0	40% reemplazo de aserrín-Shiitake (Wb) Canadá	32,30	24,09	40,86	32,42
a2b1	40% reemplazo de aserrín-Shiitake (R26) USA	40,89	30,13	35,11	35,37
a3b0	80% reemplazo de aserrín-Shiitake (Wb) Canadá	38,58	42,30	34,00	38,29
a3b1	80% reemplazo de aserrín-Shiitake (R26) USA	38,50	39,90	44,44	40,95

FUENTE: Laboratorios FCIAL-UOITA, 2008

ELABORADO POR: Fernando Pazmiño

TABLA A 21. PRECOCIDAD (días) DE LAS SETAS SHIITAKE (*Lentinula edodes*) EN LOS DIFERENTES TRATAMIENTOS.

	TRATAMIENTOS	R (días)	R1 (días)	R2 (días)	PROMEDIO (días)
a0b0	Sustrato de Brócoli-Shiitake (Wb) Canadá	68	68	68	68
a0b1	Sustrato de Brócoli-Shiitake (R26) USA	70	70	71	70
a1b0	20% reemplazo de aserrín-Shiitake (Wb) Canadá	72	71	72	72
a1b1	20% reemplazo de aserrín-Shiitake (R26) USA	72	72	72	72
a2b0	40% reemplazo de aserrín-Shiitake (Wb) Canadá	74	75	74	74
a2b1	40% reemplazo de aserrín-Shiitake (R26) USA	76	76	76	76
a3b0	80% reemplazo de aserrín-Shiitake (Wb) Canadá	80	80	80	80
a3b1	80% reemplazo de aserrín-Shiitake (R26) USA	83	83	84	83

FUENTE: Laboratorios FCIAL-UOITA, 2008

ELABORADO POR: Fernando Pazmiño

TABLA A 22. DATOS PARA LA CURVA DE CRECIMIENTO DEL CARPOFORO DE LAS SETAS SHIITAKE (*Lentinula edodes*) OBTENIDAS DEL TRATAMIENTO a3b0 (80% reemplazo de aserrín-Shiitake Wb de Canadá).

Tiempo (días)	Diámetro (mm)							
	(Setas Grandes)				(Setas Pequeñas)			
	Seta 1	Seta2	Seta 3	PROM	Seta 1	Seta2	Seta 3	PROM
1	5,5	5,2	5,3	5,3	5,1	5,2	5,3	5,2
2	9,8	10,4	10,0	10,1	9,9	9,1	9,8	9,6
3	19,6	21,2	23,0	21,3	15,6	16,3	15,9	15,9
4	30,2	38,4	38,0	35,5	23,4	25,7	22,5	23,9
5	39,5	42,1	42,8	41,5	33,2	33,5	35,0	33,9
6	50,2	49,1	53,2	50,8	41,2	42,4	40,4	41,3
7	56,5	55,6	59,1	57,1	44,6	47,1	45,2	45,6
8	71,2	72,1	68,9	70,7	44,7	47,2	45,8	45,9
9	72,0	72,3	71,9	72,1	44,7	47,2	45,8	45,9
10	73,0	73,1	73,0	73,0	44,8	47,4	46,0	46,1

FUENTE: Laboratorios FCIAL-UOITA, 2008

ELABORADO POR: Fernando Pazmiño

TABLA A 23. ANÁLISIS PROXIMAL DE LAS SETAS SHIITAKE (*Lentinula edodes*) PROVENIENTES DEL TRATAMIENTO a3b0 (80% reemplazo de aserrín-Shiitake Wb de Canadá).EN COMPARACIÓN CON OTROS ALIMENTOS.

ANÁLISIS	% EN BASE SECA				% EN BASE HÚMEDA					
	SHIITAKE Wb Canadá (a3b0)	¹ SHIITAKE (Wb Canadá)	² SHIITAKE R-26 DE USA	SHIITAKE Wb Canadá (a3b0)	¹ SHIITAKE (Wb Canadá)	² SHIITAKE R-26 DE USA	Champiñón ³	Palmito ⁴	Atún ⁴	
Humedad	9,38	12,00	12,00	88,60	85,49	85,17	90,00	82,80	57,5	
Cenizas	5,00	6,10	4,80	0,47	0,89	0,71	1,50	1,50	0,80	
E. Etéreo	2,39	1,74	2,60	0,23	0,25	0,39	<0,50	0,20	30,90	
Proteína	19,33	18,56	20,75	1,83	2,69	3,08	2,90	1,60	13,40	
Fibra	22,91	23,80	16,92	2,16	3,45	2,51	1,05	-	-	
ELN	50,37	49,80	54,93	4,76	7,23	8,14	3,20	18,80	0,60	

**FUENTE: Laboratorios INIAP
ELABORADO POR: Fernando Pazmiño**

¹:MENEDEZ Diego (2008). UTA-Ambato-Ecuador; ²:MICHELENA Ana (2007) UTA-Ambato-Ecuador; ³:CAPELLO Silvia (2003). Universidad Juárez. Tabasco-México; ⁴www.rlc.fao.org/bases.

TABLA A 24. COMPOSICIÓN AMINOACÍDICA DE LA PROTEÍNA DE LAS SETAS SHIITAKE (*Lentinula edodes*) PROVENIENTES DEL TRATAMIENTO a3b0 (80% reemplazo de aserrín-Shiitake Wb de Canadá).

Aminoácido	Abreviatura	SHIITAKE Wb Canadá (a3b0)	
		g/100 g Seta seca	g/100g proteína
Arginina	Arg	0,46	2,38
Histidina	His	0,31	1,60
Isoleucina	Ile	0,32	1,66
Leucina	Leu	0,59	3,05
Lisina	Lys	0,41	2,12
Metionina	Met	0,08	0,41
Fenilalanina	Phe	2,36	12,21
Treonina	Thr	0,54	2,79
Valina	Val	0,38	1,97
Tirosina	Tyr	1,28	6,62
Alanina	Ala	0,42	2,17
Ac. Aspartico	Asp	0,8	4,14
Ac. Glutámico	Glu	2,18	11,28
Glicina	Gly	0,4	2,07
Prolina	Pro	0,31	1,60
Serina	Ser	0,47	2,43
Cistina	Cis	0,09	0,47

FUENTE: Laboratorios INIAP, 2008
ELABORADO POR: Fernando Pazmiño.

TABLA A 25. COMPOSICIÓN AMINOACÍDICA (g/100g de proteína) DE LA PROTEÍNA DE LAS SETAS SHIITAKE (*Lentinula edodes*) PROVENIENTES DEL TRATAMIENTO a3b0 (80% reemplazo de aserfín-Shiitake Wb de Canadá). EN COMPARACIÓN CON EL PATRÓN FAO Y OTROS ALIMENTOS

Aminoácido	Abreviatura	g/100g de proteína					
		SHIITAKE Wb Canadá (a3b0)	PATRÓN FAO 1985 Niños de 2 a 5 años	PATRÓN FAO 2001 Adultos	Champiñón*	Papas**	Huevo**
Arginina	Arg	2,38	-	-	-	-	-
Histidina	His	1,60	1,90	-	4,29	-	-
Isoleucina	Ile	1,66	2,80	2,90	7,18	2,70	4,28
Leucina	Leu	3,05	6,60	5,90	trazas	3,04	5,65
Lisina	Lys	2,12	5,80	4,50	trazas	3,26	3,96
Metionina	Met	0,41	2,50 (Met+Cys)	2,00(Met+Cys)	4,41	0,87	1,96
Fenilalanina	Phe	12,21	6,30(Phe+Tyr)	5,90(Phe+Tyr)	4,90	2,85	3,68
Treonina	Thr	2,79	3,40	2,30	5,28	2,37	3,10
Valina	Val	1,97	3,50	3,80	2,20	3,39	4,60
Triptófano	Trp	ND	1,10	0,80	4,29	0,72	1,06
Tirosina	Tyr	6,62	-	-	-	-	-
Alanina	Ala	2,17	-	-	-	-	-
Ac. Aspartico	Asp	4,14	-	-	-	-	-
Ac. Glutámico	Glu	11,28	-	-	-	-	-
Glicina	Gly	2,07	-	-	-	-	-
Prolina	Pro	1,60	-	-	-	-	-
Serina	Ser	2,43	-	-	-	-	-
Cistina	Cis	0,47	-	-	-	-	-

FUENTE: Laboratorios INIAP, 2008

ELABORADO POR: Fernando Pazmiño

*CAPELLO Silvia (2003). Universidad Juárez. Tabasco-México; **www.rlc.fao.org/bases.

TABLA A 26. COMPUTO QUÍMICO PARA LOS AMINOÁCIDOS DE LA PROTEÍNA DE LAS SETAS SHIITAKE (*Lentinula edodes*) PROVENIENTES DEL TRATAMIENTO a3b0 (80% reemplazo de aserrín-Shiitake Wb de Canadá).RELACIONADO CON EL PATRÓN FAO.

Aminoácido	PATRÓN FAO 1985 Niños de 2 a 5 años (g/100g de proteína)	PATRÓN FAO 2001 Adultos (g/100g de proteína)	Relación aminoácidos del Shiitake (a3b0) con el patrón FAO-NIÑOS (%)	Relación aminoácidos del Shiitake (a3b0) con el patrón FAO-ADULTOS (%)
Arginina	-	-	-	-
Histidina	1,90	-	84,41	-
Isoleucina	2,80	2,90	59,12	57,08
Leucina	6,60	5,90	46,25	51,73
Lisina	5,80	4,50	36,57	47,13
Metionina + cisteína	2,50 (Met+Cys)	2,00 (Met+Cys)	16,55	20,69
Fenilalanina + tirosina	6,30 (Phe+Tyr)	5,90 (Phe+Tyr)	193,79	206,93
Treonina	3,40	2,30	82,16	121,46
Valina	3,50	3,80	56,17	51,73
Triptófano	1,10	0,80	84,41	-

ELABORADO POR: Fernando Pazmiño

TABLA A 27. ANÁLISIS MICROBIOLÓGICO DE LAS SETAS SHIITAKE (*Lentinula edodes*) PROVENIENTES DEL TRATAMIENTO a3b0 (80% reemplazo de aserrín-Shiitake Wb de Canadá).Y PROCESADAS CON LA TECNOLOGÍA DE CONGELADO RÁPIDO IQF.

ANÁLISIS MICROBIOLÓGICO	SHIITAKE CANADÁ	
	Congeladas en IQF	
	Carga inicial	60 días de almacenamiento
Coliformes Totales	Ausencia	Ausencia
<i>E. coli.</i>	Ausencia	Ausencia
Recuento Total	$1,5 \cdot 10^3 - 2,6 \cdot 10^3$	Ausencia
Mohos y Levaduras	$1,2 \cdot 10^2 - 1,5 \cdot 10^2$	$5,0 \cdot 10^1 - 1,0 \cdot 10^2$

Ausencia en la dilución 10^{-1}

FUENTE: Laboratorios FCIAL-UOITA, 2008

ELABORADO POR: Fernando Pazmiño

TABLA A 28. FICHA DE CATACIÓN DE LAS SETAS SHITAKE (*Lentinula edodes*) PROVENIENTES DEL TRATAMIENTO a3b0 (80% reemplazo de aserrín-Shiitake Wb de Canadá) Y PROCESADAS CON LA TECNOLOGÍA DE CONGELADO RÁPIDO IQF.

Fecha:.....

Hora:.....

INSTRUCCIONES: Por favor pruebe las siguientes muestras y marque con una X la descripción de su preferencia.

CARACTERÍSTICA	DESCRIPCIÓN	MUESTRAS		
		423	121	765
COLOR	Muy atractivo			
	Atractivo			
	Normal Característico			
	Poco atractivo			
	Nada atractivo			
OLOR	Muy Fuerte			
	Ligeramente Fuerte			
	Normal Característico			
	Ligeramente perceptible			
	Sin olor			
SABOR	Muy agradable			
	Agradable			
	Ni agrada ni desagrada			
	Poco desagradable			
	Muy desagradable			
TEXTURA	Muy dura			
	Dura			
	Ni dura ni suave			
	Suave			
	Muy suave			
ACEPTABILIDAD	Gusta mucho			
	Gusta			
	Ni gusta ni disgusta			
	Disgusta			
	Disgusta mucho			

COMENTARIO Y/O SUGERENCIA

GRACIAS POR SU COLABORACIÓN

TABLA A 29. RESULTADOS DE LAS PRUEBAS SENSORIALES DE COLOR DE LAS SETAS SHIITAKE (*Lentinula edodes*) PROVENIENTES DEL TRATAMIENTO a3b0 (80% reemplazo de aserrín-Shiitake Wb de Canadá) Y PROCESADAS CON LA TECNOLOGÍA DE CONGELADO RÁPIDO IQF.

CATADOR	SHITAKE CANADA (<i>Lentinula edodes</i>)	CHAMPIÑÓN (<i>Agaricus bisporus</i>)	OSTRA (<i>Pleurotus ostreatus</i>)
1	2	3	3
2	2	3	3
3	2	3	3
4	1	3	3
5	2	3	3
6	2	4	3
7	2	3	3
8	3	3	4
9	3	3	3
10	1	4	3
11	2	3	3
12	3	3	4
13	2	3	3
14	1	4	3
15	2	5	3
16	3	3	3
17	1	3	3
18	2	3	4
19	2	3	3
20	2	4	3
21	2	3	3
22	2	3	3
23	2	3	3
24	3	3	3
25	3	4	3
26	3	3	3
27	1	3	4
28	2	3	2
29	2	3	5
30	3	3	3
31	2	4	3
32	2	5	4
33	3	3	3
34	2	3	2
35	2	3	3
36	2	4	3
37	2	4	3
38	3	4	3
39	3	4	4
40	3	4	3

FUENTE: Laboratorios FCIAL-UOITA, 2008

ELABORADO POR: Fernando Pazmiño

TABLA A 30. RESULTADOS DE LAS PRUEBAS SENSORIALES DE OLOR DE LAS SETAS SHIITAKE (*Lentinula edodes*) PROVENIENTES DEL TRATAMIENTO a3b0 (80% reemplazo de aserrín-Shiitake Wb de Canadá) Y PROCESADAS CON LA TECNOLOGÍA DE CONGELADO RÁPIDO IQF.

CATADOR	SHITAKE CANADA (<i>Lentinula edodes</i>)	CHAMPIÑÓN (<i>Agaricus bisporus</i>)	OSTRA (<i>Pleurotus ostreatus</i>)
1	2	3	3
2	2	3	3
3	2	3	3
4	3	3	4
5	2	3	4
6	3	3	5
7	2	4	3
8	3	4	4
9	2	3	3
10	4	3	4
11	3	4	3
12	2	4	3
13	3	4	3
14	3	4	3
15	3	5	3
16	3	3	3
17	3	3	4
18	2	3	5
19	3	4	5
20	3	5	3
21	3	5	3
22	2	3	3
23	4	3	3
24	2	3	3
25	2	4	4
26	2	4	3
27	3	4	4
28	3	3	4
29	3	3	3
30	3	5	3
31	2	4	3
32	3	5	3
33	2	4	3
34	3	4	3
35	3	4	4
36	3	4	2
37	3	5	2
38	3	5	3
39	3	5	3
40	3	3	2

FUENTE: Laboratorios FCIAL-UOITA, 2008

ELABORADO POR: Fernando Pazmiño

TABLA A 31. RESULTADOS DE LAS PRUEBAS SENSORIALES DE SABOR DE LAS SETAS SHIITAKE (*Lentinula edodes*) PROVENIENTES DEL TRATAMIENTO a3b0 (80% reemplazo de aserrín-Shiitake Wb de Canadá) Y PROCESADAS CON LA TECNOLOGÍA DE CONGELADO RÁPIDO IQF.

CATADOR	SHITAKE CANADA (<i>Lentinula edodes</i>)	CHAMPIÑÓN (<i>Agaricus bisporus</i>)	OSTRA (<i>Pleurotus ostreatus</i>)
1	2	1	1
2	2	1	1
3	2	1	2
4	2	1	2
5	1	1	2
6	1	1	3
7	2	2	2
8	2	2	1
9	2	2	1
10	3	2	2
11	3	2	3
12	3	2	2
13	3	3	1
14	3	2	4
15	1	1	1
16	2	2	1
17	3	3	2
18	3	2	2
19	2	2	2
20	1	3	2
21	3	2	3
22	3	1	3
23	3	1	3
24	3	3	3
25	3	2	2
26	2	2	3
27	2	1	3
28	2	2	3
29	2	1	3
30	2	2	2
31	2	2	3
32	4	2	3
33	1	2	3
34	1	2	1
35	2	1	3
36	3	1	3
37	3	1	3
38	2	3	3
39	2	3	3
40	2	3	2

FUENTE: Laboratorios FCIAL-UOITA, 2008

ELABORADO POR: Fernando Pazmiño

TABLA A 32. RESULTADOS DE LAS PRUEBAS SENSORIALES DE TEXTURA DE LAS SETAS SHIITAKE (*Lentinula edodes*) PROVENIENTES DEL TRATAMIENTO a3b0 (80% reemplazo de aserrín-Shiitake Wb de Canadá) Y PROCESADAS CON LA TECNOLOGÍA DE CONGELADO RÁPIDO IQF.

CATADOR	SHITAKE CANADA (<i>Lentinula edodes</i>)	CHAMPIÑÓN (<i>Agaricus bisporus</i>)	OSTRA (<i>Pleurotus ostreatus</i>)
1	5	4	5
2	5	4	5
3	5	4	5
4	5	4	5
5	4	4	4
6	4	4	4
7	4	4	4
8	4	3	4
9	4	3	4
10	5	3	4
11	4	3	5
12	5	3	4
13	4	4	4
14	5	4	4
15	4	4	4
16	4	4	5
17	5	5	4
18	4	4	5
19	5	4	4
20	3	4	4
21	4	4	4
22	5	3	4
23	4	4	4
24	5	3	4
25	4	4	5
26	3	3	4
27	4	4	4
28	4	3	5
29	4	3	5
30	4	3	5
31	4	3	5
32	4	4	4
33	5	4	4
34	4	4	5
35	4	5	4
36	4	3	5
37	4	4	4
38	5	3	5
39	4	4	4
40	5	3	5

FUENTE: Laboratorios FCIAL-UOITA, 2008

ELABORADO POR: Fernando Pazmiño

TABLA A 33. RESULTADOS DE LAS PRUEBAS SENSORIALES DE ACEPTABILIDAD DE LAS SETAS SHITAKE (*Lentinula edodes*) PROVENIENTES DEL TRATAMIENTO a3b0 (80% reemplazo de aserrín-Shiitake Wb de Canadá) Y PROCESADAS CON LA TECNOLOGÍA DE CONGELADO RÁPIDO IQF.

CATADOR	SHITAKE CANADA (<i>Lentinula edodes</i>)	CHAMPIÑÓN (<i>Agaricus bisporus</i>)	OSTRA (<i>Pleurotus ostreatus</i>)
1	2	1	2
2	3	2	1
3	2	2	2
4	2	2	1
5	1	1	2
6	1	1	3
7	1	2	2
8	2	3	1
9	2	2	2
10	3	3	2
11	3	2	3
12	2	3	2
13	2	3	1
14	3	2	3
15	1	1	1
16	2	2	2
17	1	3	2
18	3	2	3
19	2	2	3
20	1	3	2
21	1	2	3
22	3	1	2
23	2	3	3
24	3	3	2
25	3	2	2
26	2	2	3
27	2	2	3
28	2	2	2
29	3	1	3
30	2	2	2
31	2	2	2
32	4	1	3
33	1	2	3
34	1	2	1
35	2	1	3
36	2	3	3
37	3	1	2
38	2	3	3
39	2	2	3
40	1	3	2
MEDIA	2,05	2,05	2,25

FUENTE: Laboratorios FCIAL-UOITA, 2008

ELABORADO POR: Fernando Pazmiño

ANEXO B
ANÁLISIS ESTADÍSTICO

TABLA B 1. ANALISIS DE VARIANZA DEL RENDIMIENTO (%) DE LA PRIMERA COSECHA DE LAS SETAS SHIITAKE (*Lentinula edodes*) EN LOS DIFERENTES TRATAMIENTOS.

Factor de Variación	Grados de Libertad	Suma de Cuadrados	Cuadrados Medios	Valor F	Probabilidad
Efectos					
Sustrato	3	499,285	166,428	40,1	0,000
Sepa	1	4,158	4,158	1	0,334
Réplica	2	0,051	0,025	0,01	0,993
Interacciones					
Sustrato-Cepa	3	0,648	0,216	0,05	0,983
Error	14	58,104	4,15		
Total	23	562,248			

Probabilidad menor a 0,05 denota diferencia mínima significativa

TABLA B 2. PRUEBA DE COMPARACIÓN MÚLTIPLE “TUKEY” PARA LA VARIABLE SUSTRATO EN LOS VALORES DE RENDIMIENTO (%) DE LA PRIMERA COSECHA DE LAS SETAS SHIITAKE (*Lentinula edodes*) EN LOS DIFERENTES TRATAMIENTOS.

Nivel	SUSTRATO	MEDIAS	GRUPO
a0	Sustrato de Brócoli	1,948	A
a1	20% de reemplazo de aserrín en el sustrato de brócoli	8,465	B
a2	40% de reemplazo de aserrín en el sustrato de brócoli	12,015	C
a3	80% de reemplazo de aserrín en el sustrato de brócoli	13,913	C

TABLA B 3. ANALISIS DE VARIANZA DEL RENDIMIENTO (%) DE LA SEGUNDA COSECHA DE LAS SETAS SHIITAKE (*Lentinula edodes*) EN LOS DIFERENTES TRATAMIENTOS.

Factor de Variación	Grados de Libertad	Suma de Cuadrados	Cuadrados Medios	Valor F	Probabilidad
Efectos					
Sustrato	3	63,0837	21,0279	85,67	0,000
Sepa	1	1,23307	1,23307	5,02	0,0417
Réplica	2	0,06965	0,0348292	0,14	0,8689
Interacciones					
Sustrato-Cepa	3	0,118767	0,0395889	0,16	0,9206
Error	14	3,43621	0,245443		
Total	23	67,9414			

Probabilidad menor a 0,05 denota diferencia mínima significativa

TABLA B 4. PRUEBA DE COMPARACIÓN MÚLTIPLE “TUKEY” PARA LA VARIABLE SUSTRATO EN LOS VALORES DE RENDIMIENTO (%) DE LA SEGUNDA COSECHA DE LAS SETAS SHIITAKE (*Lentinula edodes*) EN LOS DIFERENTES TRATAMIENTOS.

Nivel	SUSTRATO	MEDIAS	GRUPO
a0	Sustrato de Brócoli	0,846	A
a1	20% de reemplazo de aserrín en el sustrato de brócoli	1,665	A
a2	40% de reemplazo de aserrín en el sustrato de brócoli	2,568	B
a3	80% de reemplazo de aserrín en el sustrato de brócoli	5,163	C

TABLA B 5. PRUEBA DE COMPARACIÓN MÚLTIPLE “TUKEY” PARA LA VARIABLE CEPAS EN LOS VALORES DE RENDIMIENTO (%) DE LA SEGUNDA COSECHA DE LAS SETAS SHIITAKE (*Lentinula edodes*) EN LOS DIFERENTES TRATAMIENTOS.

Nivel	SUSTRATO	MEDIAS	GRUPO
b1	Shiitake R-26 de USA	2,334	A
b0	Shiitake Wb de Canadá	2,7875	B

TABLA B 6. ANÁLISIS DE VARIANZA DEL RENDIMIENTO (%) DE LA TERCERA COSECHA DE LAS SETAS SHIITAKE (*Lentinula edodes*) EN LOS DIFERENTES TRATAMIENTOS.

Factor de Variación	Grados de Libertad	Suma de Cuadrados	Cuadrados Medios	Valor F	Probabilidad
Efectos					
Sustrato	3	2,81723	0,939078	62,09	0,00000
Sepa	1	0,0294	0,0294	1,94	0,18500
Réplica	2	0,00905833	0,00452917	0,3	0,7458
Interacciones					
Sustrato-Cepa	3	0,0677	0,0225667	1,49	0,2598
Error	14	0,211742	0,0151244		
Total	23	3,13513			

Probabilidad menor a 0,05 denota diferencia mínima significativa

TABLA B 7. PRUEBA DE COMPARACIÓN MÚLTIPLE “TUKEY” PARA LA VARIABLE SUSTRATO EN LOS VALORES DE RENDIMIENTO (%) DE LA TERCERA COSECHA DE LAS SETAS SHIITAKE (*Lentinula edodes*) EN LOS DIFERENTES TRATAMIENTOS.

Nivel	SUSTRATO	MEDIAS	GRUPO
a0	Sustrato de Brócoli	0	A
a1	20% de reemplazo de aserrín en el sustrato de brócoli	0,538	B
a2	40% de reemplazo de aserrín en el sustrato de brócoli	0,696	B
a3	80% de reemplazo de aserrín en el sustrato de brócoli	0,932	C

TABLA B 8. ANÁLISIS DE VARIANZA DEL RENDIMIENTO (%) DE LAS TRES COSECHAS DE LAS SETAS SHIITAKE (*Lentinula edodes*) EN LOS DIFERENTES TRATAMIENTOS.

Factor de Variación	Grados de Libertad	Suma de Cuadrados	Cuadrados Medios	Valor F	Probabilidad
Efectos					
Sustrato	3	967,785	322,595	77,19	0,00000
Sepa	1	11,0297	11,0297	2,64	0,1265
Réplica	2	0,260408	0,130204	0,03	0,9694
Interacciones					
Sustrato-Cepa	3	0,683046	0,227682	0,05	0,9826
Error	14	58,5071	4,17908		
Total	23	1038,27			

Probabilidad menor a 0,05 denota diferencia mínima significativa

TABLA B 9. PRUEBA DE COMPARACIÓN MÚLTIPLE “TUKEY” PARA LA VARIABLE SUSTRATO EN LOS VALORES DE RENDIMIENTO (%) DE LAS TRES COSECHAS DE LAS SETAS SHIITAKE (*Lentinula edodes*) EN LOS DIFERENTES TRATAMIENTOS.

Nivel	SUSTRATO	MEDIAS	GRUPO
a0	Sustrato de Brócoli	2,795	A
a1	20% de reemplazo de aserrín en el sustrato de brócoli	10,67	B
a2	40% de reemplazo de aserrín en el sustrato de brócoli	15,283	C
a3	80% de reemplazo de aserrín en el sustrato de brócoli	20,01	D

TABLA B 10. ANÁLISIS DE VARIANZA DEL EFICIENCIA BIOLÓGICA (%) DE LA PRIMERA COSECHA DE LAS SETAS SHIITAKE (*Lentinula edodes*) EN LOS DIFERENTES TRATAMIENTOS.

Factor de Variación	Grados de Libertad	Suma de Cuadrados	Cuadrados Medios	Valor F	Probabilidad
Efectos					
Sustrato	3	5840,67	1946,89	40,12	0,000
Sepa	1	48,792	48,792	1,01	0,333
Réplica	2	0,597908	0,298954	0,01	0,9939
Interacciones					
Sustrato-Cepa	3	7,64448	2,54816	0,05	0,9835
Error	14	679,249	48,521		
Total	23	6577			

Probabilidad menor a 0,05 denota diferencia mínima significativa

TABLA B 11. PRUEBA DE COMPARACIÓN MÚLTIPLE “TUKEY” PARA LA VARIABLE SUSTRATO EN LOS VALORES DE EFICIENCIA BIOLÓGICA (%) DE LA PRIMERA COSECHA DE LAS SETAS SHIITAKE (*Lentinula edodes*) EN LOS DIFERENTES TRATAMIENTOS.

Nivel	SUSTRATO	MEDIAS	GRUPO
a0	Sustrato de Brócoli	6,666	A
a1	20% de reemplazo de aserrín en el sustrato de brócoli	28,951	B
a2	40% de reemplazo de aserrín en el sustrato de brócoli	41,101	C
a3	80% de reemplazo de aserrín en el sustrato de brócoli	47,586	C

TABLA B 12. ANÁLISIS DE VARIANZA DEL EFICIENCIA BIOLÓGICA (%) DE LA SEGUNDA COSECHA DE LAS SETAS SHIITAKE (*Lentinula edodes*) EN LOS DIFERENTES TRATAMIENTOS.

Factor de Variación	Grados de Libertad	Suma de Cuadrados	Cuadrados Medios	Valor F	Probabilidad
Efectos					
Sustrato	3	738,255	246,085	85,82	0,000
Sepa	1	14,4771	14,4771	5,05	0,0413
Réplica	2	0,834633	0,417317	0,15	0,8658
Interacciones					
Sustrato-Cepa	3	1,39523	0,465078	0,16	0,9200
Error	14	40,1422	2,8673		
Total	23	795,105			

Probabilidad menor a 0,05 denota diferencia mínima significativa

TABLA B 13. PRUEBA DE COMPARACIÓN MÚLTIPLE “TUKEY” PARA LA VARIABLE SUSTRATO EN LOS VALORES DE EFICIENCIA BIOLÓGICA (%) DE LA SEGUNDA COSECHA DE LAS SETAS SHIITAKE (*Lentinula edodes*) EN LOS DIFERENTES TRATAMIENTOS.

Nivel	SUSTRATO	MEDIAS	GRUPO
a0	Sustrato de Brócoli	2,9	A
a1	20% de reemplazo de aserrín en el sustrato de brócoli	5,598	A
a2	40% de reemplazo de aserrín en el sustrato de brócoli	8,781	B
a3	80% de reemplazo de aserrín en el sustrato de brócoli	17,667	C

TABLA B 14. PRUEBA DE COMPARACIÓN MÚLTIPLE “TUKEY” PARA LA VARIABLE CEPAS EN LOS VALORES DE EFICIENCIA BIOLÓGICA (%) DE LA SEGUNDA COSECHA DE LAS SETAS SHIITAKE (*Lentinula edodes*) EN LOS DIFERENTES TRATAMIENTOS.

Nivel	SUSTRATO	MEDIAS	GRUPO
b1	Shiitake R-26 de USA	7,985	A
b0	Shiitake Wb de Canadá	9,538	B

TABLA B 15. ANÁLISIS DE VARIANZA DE LA EFICIENCIA BIOLÓGICA (%) DE LA TERCERA COSECHA DE LAS SETAS SHIITAKE (*Lentinula edodes*) EN LOS DIFERENTES TRATAMIENTOS.

Factor de Variación	Grados de Libertad	Suma de Cuadrados	Cuadrados Medios	Valor F	Probabilidad
Efectos					
Sustrato	3	33,0636	11,0212	63,3	0,000
Sepa	1	0,343204	0,343204	1,97	0,1821
Réplica	2	0,220808	0,0554042	0,32	0,7326
Interacciones					
Sustrato-Cepa	3	0,803546	0,267849	1,54	0,2484
Error	14	2,43766	0,174118		
Total	23	36,7588			

Probabilidad menor a 0,05 denota diferencia mínima significativa

TABLA B 16. PRUEBA DE COMPARACIÓN MÚLTIPLE “TUKEY” PARA LA VARIABLE SUSTRATO EN LOS VALORES DE EFICIENCIA BIOLÓGICA (%) DE LA TERCERA COSECHA DE LAS SETAS SHIITAKE (*Lentinula edodes*) EN LOS DIFERENTES TRATAMIENTOS.

Nivel	SUSTRATO	MEDIAS	GRUPO
a0	Sustrato de Brócoli	0,000	A
a1	20% de reemplazo de aserrín en el sustrato de brócoli	1,84	B
a2	40% de reemplazo de aserrín en el sustrato de brócoli	2,386	B
a3	80% de reemplazo de aserrín en el sustrato de brócoli	3,191	C

TABLA B 17. ANÁLISIS DE VARIANZA DE LA EFICIENCIA BIOLÓGICA (%) DE LAS TRES COSECHAS DE LAS SETAS SHIITAKE (*Lentinula edodes*) EN LOS DIFERENTES TRATAMIENTOS.

Factor de Variación	Grados de Libertad	Suma de Cuadrados	Cuadrados Medios	Valor F	Probabilidad
Efectos					
Sustrato	3	11318,8	3772,93	77,17	0,000
Sepa	1	129,224	129,224	2,64	0,1263
Réplica	2	3,0781	1,53905	0,03	0,9691
Interacciones					
Sustrato-Cepa	3	8,00441	2,66814	0,05	0,9825
Error	14	648,506	48,8933		
Total	23	12143,6			

Probabilidad menor a 0,05 denota diferencia mínima significativa

TABLA B 18. PRUEBA DE COMPARACIÓN MÚLTIPLE “TUKEY” PARA LA VARIABLE SUSTRATO EN LOS VALORES DE EFICIENCIA BIOLÓGICA (%) DE LAS TRES COSECHAS DE LAS SETAS SHIITAKE (*Lentinula edodes*) EN LOS DIFERENTES TRATAMIENTOS.

Nivel	SUSTRATO	MEDIAS	GRUPO
a0	Sustrato de Brócoli	9,567	A
a1	20% de reemplazo de aserrín en el sustrato de brócoli	36,49	B
a2	40% de reemplazo de aserrín en el sustrato de brócoli	52,268	C
a3	80% de reemplazo de aserrín en el sustrato de brócoli	68,441	D

TABLA B 19. ANÁLISIS DE VARIANZA DEL TAMAÑO DE BASIDIOMA (g/hongo) DE LA PRIMERA COSECHA DE LAS SETAS SHIITAKE (*Lentinula edodes*) EN LOS DIFERENTES TRATAMIENTOS.

Factor de Variación	Grados de Libertad	Suma de Cuadrados	Cuadrados Medios	Valor F	Probabilidad
Efectos					
Sustrato	3	293,833	97,9443	1,12	0,3733
Sepa	1	333,91	333,91	3,83	0,0706
Réplica	2	31,3689	15,6845	0,18	0,8373
Interacciones					
Sustrato-Cepa	3	764,942	254,982	2,92	0,0708
Error	14	1221,06	87,2187		
Total	23	2645,12			

Probabilidad menor a 0,05 denota diferencia mínima significativa

TABLA B 20. ANÁLISIS DE VARIANZA DEL TAMAÑO DE BASIDIOMA (g/hongo) DE LA SEGUNDA COSECHA DE LAS SETAS SHIITAKE (*Lentinula edodes*) EN LOS DIFERENTES TRATAMIENTOS.

Factor de Variación	Grados de Libertad	Suma de Cuadrados	Cuadrados Medios	Valor F	Probabilidad
Efectos					
Sustrato	3	2281,16	760,388	8,86	0,0015
Sepa	1	4,00984	4,00984	0,05	0,832
Réplica	2	61,187	30,5935	0,36	0,7063
Interacciones					
Sustrato-Cepa	3	213,017	71,0055	0,83	0,5005
Error	14	1201,59	85,8279		
Total	23	3760,97			

Probabilidad menor a 0,05 denota diferencia mínima significativa

TABLA B 21. PRUEBA DE COMPARACIÓN MÚLTIPLE “TUKEY” PARA LA VARIABLE SUSTRATO EN LOS VALORES DE TAMAÑO DE BASIDIOMA (g/hongo) DE LA SEGUNDA COSECHA DE LAS SETAS SHIITAKE (*Lentinula edodes*) EN LOS DIFERENTES TRATAMIENTOS.

Nivel	SUSTRATO	MEDIAS	GRUPO
a0	Sustrato de Brócoli	18,48	A
a2	40% de reemplazo de aserrín en el sustrato de brócoli	22,527	A
a1	20% de reemplazo de aserrín en el sustrato de brócoli	25,15	A
a3	80% de reemplazo de aserrín en el sustrato de brócoli	43,888	B

TABLA B 22. ANÁLISIS DE VARIANZA PARA EL TAMAÑO DE BASIDIOMA (g/hongo) DE LA TERCERA COSECHA DE LAS SETAS SHIITAKE (*Lentinula edodes*) EN LOS DIFERENTES TRATAMIENTOS.

Factor de Variación	Grados de Libertad	Suma de Cuadrados	Cuadrados Medios	Valor F	Probabilidad
Efectos					
Sustrato	3	1164,13	388,042	62,26	0,000
Sepa	1	12,0417	12,0417	1,93	0,1862
Réplica	2	4,08333	2,04167	0,33	0,726
Interacciones					
Sustrato-Cepa	3	27,4583	9,15278	1,47	0,2658
Error	14	87,25	6,23214		
Total	23	1294,96			

Probabilidad menor a 0,05 denota diferencia mínima significativa

TABLA B 23. PRUEBA DE COMPARACIÓN MÚLTIPLE “TUKEY” PARA LA VARIABLE SUSTRATO EN LOS VALORES DE TAMAÑO DE BASIDIOMA (g/hongo) DE LA TERCERA COSECHA DE LAS SETAS SHIITAKE (*Lentinula edodes*) EN LOS DIFERENTES TRATAMIENTOS.

Nivel	SUSTRATO	MEDIAS	GRUPO
a0	Sustrato de Brócoli	0,000	A
a1	20% de reemplazo de aserrín en el sustrato de brócoli	10,833	B
a2	40% de reemplazo de aserrín en el sustrato de brócoli	14	B
a3	80% de reemplazo de aserrín en el sustrato de brócoli	19	C

TABLA B 24. ANÁLISIS DE VARIANZA PARA EL TAMAÑO DE BASIDIOMA (g/hongo) DE LAS TRES COSECHAS DE LAS SETAS SHIITAKE (*Lentinula edodes*) EN LOS DIFERENTES TRATAMIENTOS.

Factor de Variación	Grados de Libertad	Suma de Cuadrados	Cuadrados Medios	Valor F	Probabilidad
Efectos					
Sustrato	3	392,314	130,771	3,6	0,0407
Sepa	1	81,8073	81,8073	2,25	0,1556
Réplica	2	73,6512	36,8256	1,01	0,3879
Interacciones					
Sustrato-Cepa	3	254,271	84,7569	2,33	0,1182
Error	14	508,469	36,3192		
Total	23	1310,51			

Probabilidad menor a 0,05 denota diferencia mínima significativa

TABLA B 25. PRUEBA DE COMPARACIÓN MÚLTIPLE “TUKEY” PARA LA VARIABLE SUSTRATO EN LOS VALORES DE TAMAÑO DE BASIDIOMA (g/hongo) DE LA TRES COSECHAS DE LAS SETAS SHIITAKE (*Lentinula edodes*) EN LOS DIFERENTES TRATAMIENTOS.

Nivel	SUSTRATO	MEDIAS	GRUPO
a0	Sustrato de Brócoli	28,676	A
a1	20% de reemplazo de aserrín en el sustrato de brócoli	31,365	AB
a2	40% de reemplazo de aserrín en el sustrato de brócoli	33,896	AB
a3	80% de reemplazo de aserrín en el sustrato de brócoli	39,62	B

TABLA B 26. ANÁLISIS DE VARIANZA PARA EL FACTOR PRECOCIDAD (días) DEL CULTIVO DE LAS SETAS SHIITAKE (*Lentinula edodes*) EN LOS DIFERENTES TRATAMIENTOS.

Factor de Variación	Grados de Libertad	Suma de Cuadrados	Cuadrados Medios	Valor F	Probabilidad
Efectos					
Sustrato	3	524,125	174,708	1048,25	0,0000
Sepa	1	22,0417	22,0417	132,25	0,0000
Réplica	2	0,333333	0,166667	1	0,3927
Interacciones					
Sustrato-Cepa	3	7,125	2,375	14,25	0,0002
Error	14	2,33333	0,166667		
Total	23	555,958			

Probabilidad menor a 0,05 denota diferencia mínima significativa

TABLA B 27. PRUEBA DE COMPARACIÓN MÚLTIPLE “TUKEY” PARA LA VARIABLE SUSTRATO DEL FACTOR PRECOCIDAD (días) DE LA COSECHA DE LAS SETAS SHIITAKE (*Lentinula edodes*) EN LOS DIFERENTES TRATAMIENTOS.

Nivel	SUSTRATO	MEDIAS	GRUPO
a0	Sustrato de Brócoli	69,167	A
a1	20% de reemplazo de aserrín en el sustrato de brócoli	71,833	B
a2	40% de reemplazo de aserrín en el sustrato de brócoli	75,166	C
a3	80% de reemplazo de aserrín en el sustrato de brócoli	81,667	D

TABLA B 28. PRUEBA DE COMPARACIÓN MÚLTIPLE “TUKEY” PARA LA VARIABLE SEPA DEL FACTOR PRECOCIDAD (días) DE LA COSECHA DE LAS SETAS SHIITAKE (*Lentinula edodes*) EN LOS DIFERENTES TRATAMIENTOS.

Nivel	SUSTRATO	MEDIAS	GRUPO
b0	Shiitake Wb de Canadá	73,5	A
b1	Shiitake R-26 de USA	75,4	B

TABLA B 29. PRUEBA DE COMPARACIÓN MÚLTIPLE “TUKEY” PARA LA VARIABLE INTERACCIÓN SUSTRATO-SEPA DEL FACTOR PRECOCIDAD (días) DE LA COSECHA DE LAS SETAS SHIITAKE (*Lentinula edodes*) EN LOS DIFERENTES TRATAMIENTOS.

SUSTRATO	MEDIAS	GRUPO
80% reemplazo de aserrín-Shiitake (R26) USA	83.33	A
80% reemplazo de aserrín-Shiitake (Wb) Canadá	80.00	AB
40% reemplazo de aserrín-Shiitake (R26) USA	76.00	BC
40% reemplazo de aserrín-Shiitake (Wb) Canadá	74.33	CD
20% reemplazo de aserrín-Shiitake (R26) USA	72.00	CDE
20% reemplazo de aserrín-Shiitake (Wb) Canadá	71.66	CDE
Sustrato de Brócoli-Shiitake (R26) USA	70.33	DE
Sustrato de Brócoli-Shiitake (Wb) Canadá	68.00	E

TABLA B 30. ANÁLISIS DE VARIANZA PARA DEL ATRIBUTO COLOR DE LA PRUEBA SENSORIAL DE LAS SETAS SHIITAKE (*Lentinula edodes*) PROVENIENTES DEL TRATAMIENTO a3b0 (80% reemplazo de aserrín-Shiitake Wb de Canadá) Y PROCESADAS MEDIANTE LA TECNOLOGÍA IQF.

Factor de Variación	Grados de Libertad	Suma de Cuadrados	Cuadrados Medios	Valor F	Probabilidad
Efectos					
Catadores	39	14,1333	0,362393	1,08	0,376
Setas	2	32,55	16,275	48,61	0,000
Error	78	26,1167	0,3348		
Total	119	72,8			

Probabilidad menor a 0,05 denota diferencia mínima significativa

TABLA B 31. PRUEBA DE COMPARACIÓN MÚLTIPLE “TUKEY” APLICADO A LA VARIABLE SETAS DE LA PRUEBA SENSORIAL DEL ATRIBUTO COLOR DE LAS SETAS SHIITAKE (*Lentinula edodes*) PROVENIENTES DEL TRATAMIENTO a3b0 (80% reemplazo de aserrín-Shiitake Wb de Canadá) Y PROCESADAS MEDIANTE LA TECNOLOGÍA IQF.

Setas	Medias	Grupo
Shiitake	2,175	A
Ostra	3,15	B
Champiñón	3,375	B

TABLA B 32. ANÁLISIS DE VARIANZA PARA DEL ATRIBUTO OLOR DE LA PRUEBA SENSORIAL DE LAS SETAS SHIITAKE (*Lentinula edodes*) PROVENIENTES DEL TRATAMIENTO a3b0 (80% reemplazo de aserrín-Shiitake Wb de Canadá) Y PROCESADAS MEDIANTE LA TECNOLOGÍA IQF.

Factor de Variación	Grados de Libertad	Suma de Cuadrados	Cuadrados Medios	Valor F	Probabilidad
Efectos					
Catadores	39	16,997	0,43568	0,88	0,6699
Setas	2	23,2167	11,6083	23,35	0,000
Error	78	38,7833	0,497222		
Total	119	78,997			

Probabilidad menor a 0,05 denota diferencia mínima significativa

TABLA B 33. PRUEBA DE COMPARACIÓN MÚLTIPLE “TUKEY” APLICADO A LA VARIABLE SETAS DE LA PRUEBA SENSORIAL DEL ATRIBUTO OLOR DE LAS SETAS SHIITAKE (*Lentinula edodes*) PROVENIENTES DEL TRATAMIENTO a3b0 (80% reemplazo de aserrín-Shiitake Wb de Canadá) Y PROCESADAS MEDIANTE LA TECNOLOGÍA IQF.

Setas	Medias	Grupo
Shiitake	2,7	A
Ostra	3,3	B
Champiñón	3,775	C

TABLA B 34. ANÁLISIS DE VARIANZA PARA DEL ATRIBUTO SABOR DE LA PRUEBA SENSORIAL DE LAS SETAS SHIITAKE (*Lentinula edodes*) PROVENIENTES DEL TRATAMIENTO a3b0 (80% reemplazo de aserrín-Shiitake Wb de Canadá) Y PROCESADAS MEDIANTE LA TECNOLOGÍA IQF.

Factor de Variación	Grados de Libertad	Suma de Cuadrados	Cuadrados Medios	Valor F	Probabilidad
Efectos					
Catadores	39	28,4583	0,729701	1,45	0,0819
Setas	2	5,45	2,725	5,42	0,0063
Error	78	39,2167	0,502778		
Total	119	73,125			

Probabilidad menor a 0,05 denota diferencia mínima significativa

TABLA B 35. PRUEBA DE COMPARACIÓN MÚLTIPLE “TUKEY” APLICADO A LA VARIABLE SETAS DE LA PRUEBA SENSORIAL DEL ATRIBUTO SABOR DE LAS SETAS SHIITAKE (*Lentinula edodes*) PROVENIENTES DEL a3b0 (80% reemplazo de aserrín-Shiitake Wb de Canadá) TRATAMIENTO Y PROCESADAS MEDIANTE LA TECNOLOGÍA IQF.

Setas	Medias	Grupo
Champiñón	1,825	A
Shiitake	2,25	B
Ostra	2,3	B

TABLA B 36. ANÁLISIS DE VARIANZA PARA DEL ATRIBUTO TEXTURA DE LA PRUEBA SENSORIAL DE LAS SETAS SHIITAKE (*Lentinula edodes*) PROVENIENTES DEL TRATAMIENTO a3b0 (80% reemplazo de aserrín-Shiitake Wb de Canadá) Y PROCESADAS MEDIANTE LA TECNOLOGÍA IQF.

Factor de Variación	Grados de Libertad	Suma de Cuadrados	Cuadrados Medios	Valor F	Probabilidad
Efectos					
Catadores	39	10,4583	0,268162	0,86	0,6932
Setas	2	12,35	6,175	19,81	0,000
Error	78	24,3167	0,311752		
Total	119	47,125			

Probabilidad menor a 0,05 denota diferencia mínima significativa

TABLA B 37. PRUEBA DE COMPARACIÓN MÚLTIPLE “TUKEY” APLICADO A LA VARIABLE SETAS DE LA PRUEBA SENSORIAL DEL ATRIBUTO TEXTURA DE LAS SETAS SHIITAKE (*Lentinula edodes*) PROVENIENTES DEL TRATAMIENTO a3b0 (80% reemplazo de aserrín-Shiitake Wb de Canadá) Y PROCESADAS MEDIANTE LA TECNOLOGÍA IQF.

Setas	Medias	Grupo
Champiñón	3,675	A
Shiitake	4,3	B
Ostra	4,4	B

TABLA B 38. ANÁLISIS DE VARIANZA PARA DEL ATRIBUTO ACEPTABILIDAD DE LA PRUEBA SENSORIAL DE LAS SETAS SHIITAKE (*Lentinula edodes*) PROVENIENTES DEL TRATAMIENTO a3b0 (80% reemplazo de aserrín-Shiitake Wb de Canadá) Y PROCESADAS MEDIANTE LA TECNOLOGÍA IQF.

Factor de Variación	Grados de Libertad	Suma de Cuadrados	Cuadrados Medios	Valor F	Probabilidad
Efectos					
Catadores	39	19,7	0,505128	0,9	0,6295
Setas	2	1,06667	0,533333	0,95	0,3896
Error	78	43,6	0,558974		
Total	119	64,3667			

Probabilidad menor a 0,05 denota diferencia mínima significativa

ANEXO C
GRÁFICOS

GRÁFICO 1. GRÁFICO DE LA CURVA DE CRECIMIENTO DEL CARPOFORO DE LAS SETAS SHIITAKE (Lentinula edodes) GRANDES OBTENIDAS DEL TRATAMIENTO a3b0 (80% reemplazo de aserrín-Shiitake Wb de Canadá).

Diámetro vs Tiempo

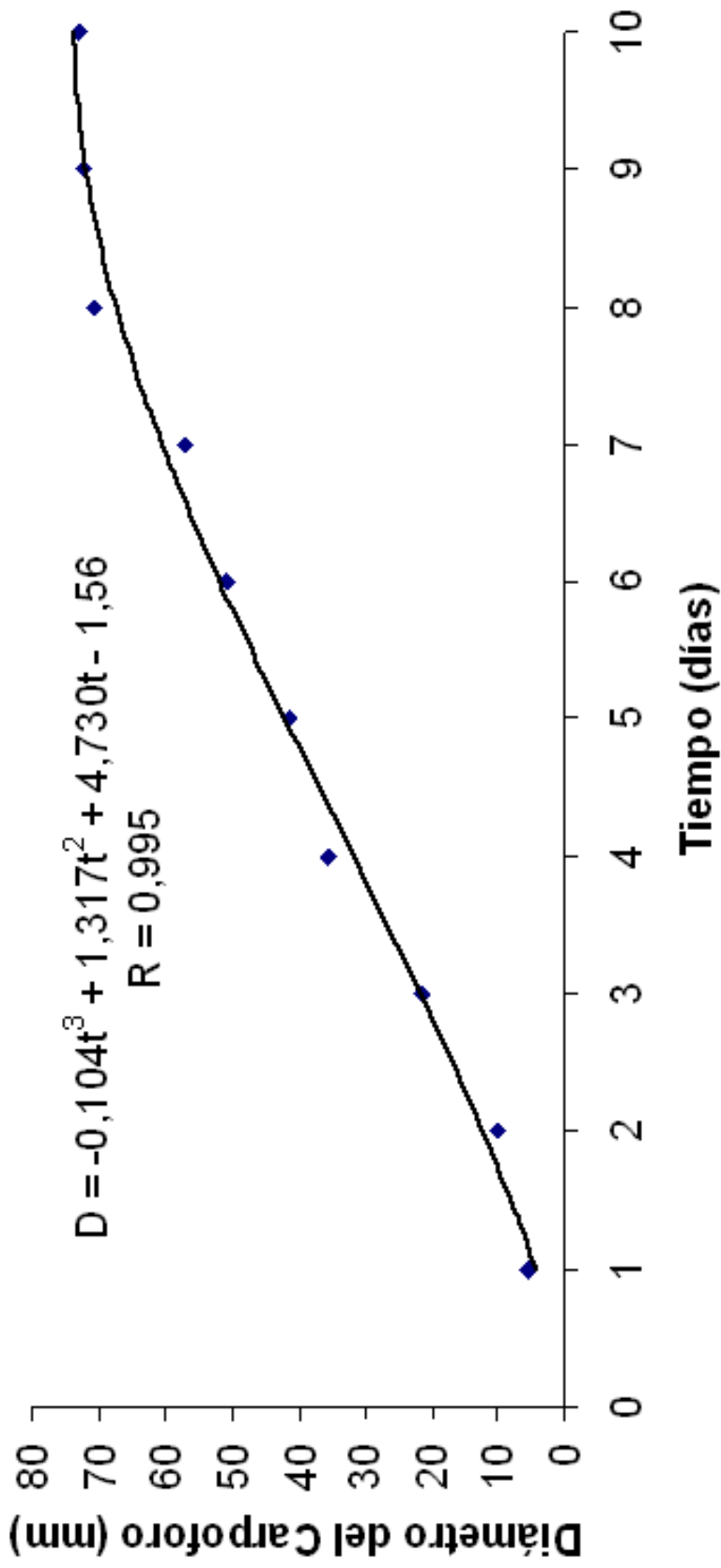


GRÁFICO 2. GRÁFICO DE LA CURVA DE CRECIMIENTO DEL CARPOFORO DE LAS SETAS SHIITAKE (Lentinula edodes) PEQUEÑAS OBTENIDAS DEL TRATAMIENTO a3b0 (80% reemplazo de aserrín-Shiitake Wb de Canadá).

Diámetro vs Tiempo

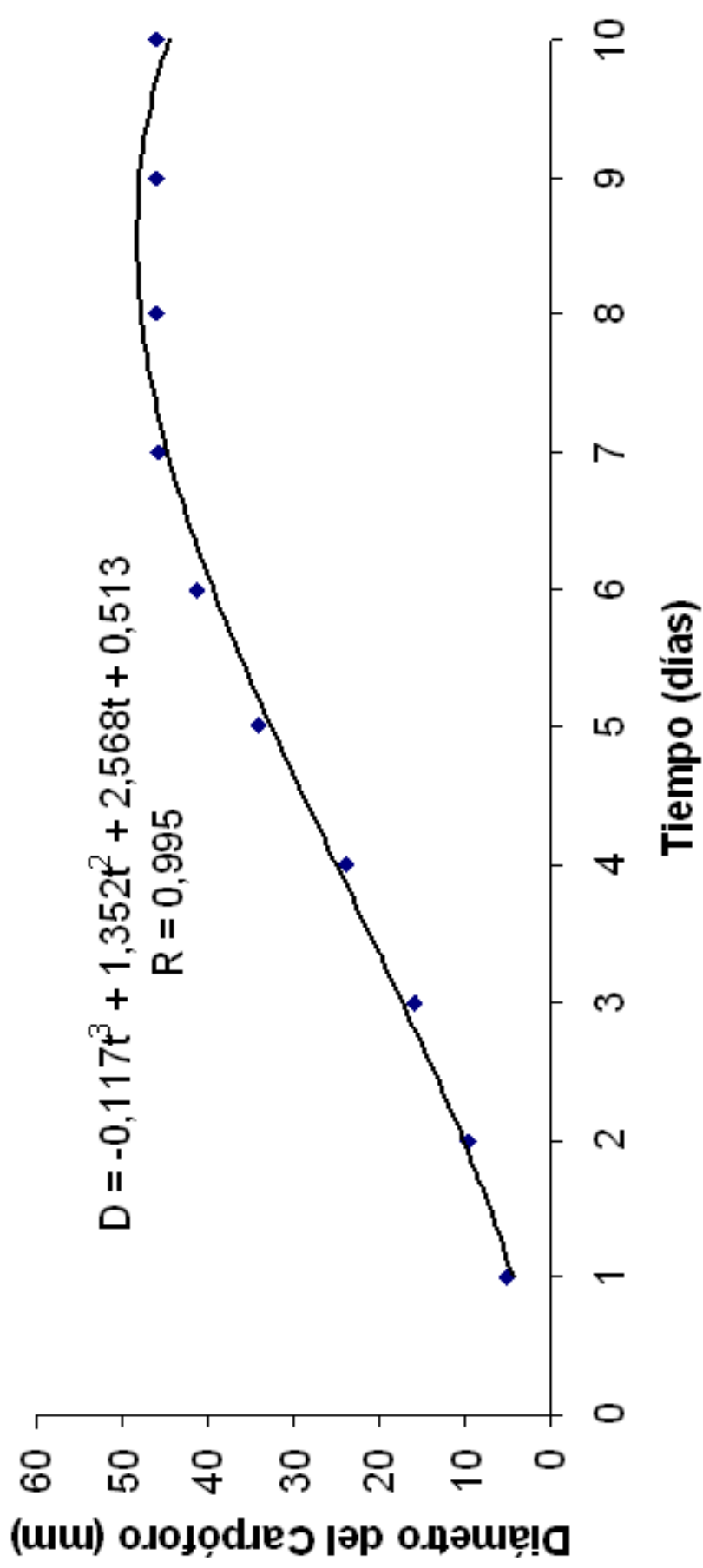
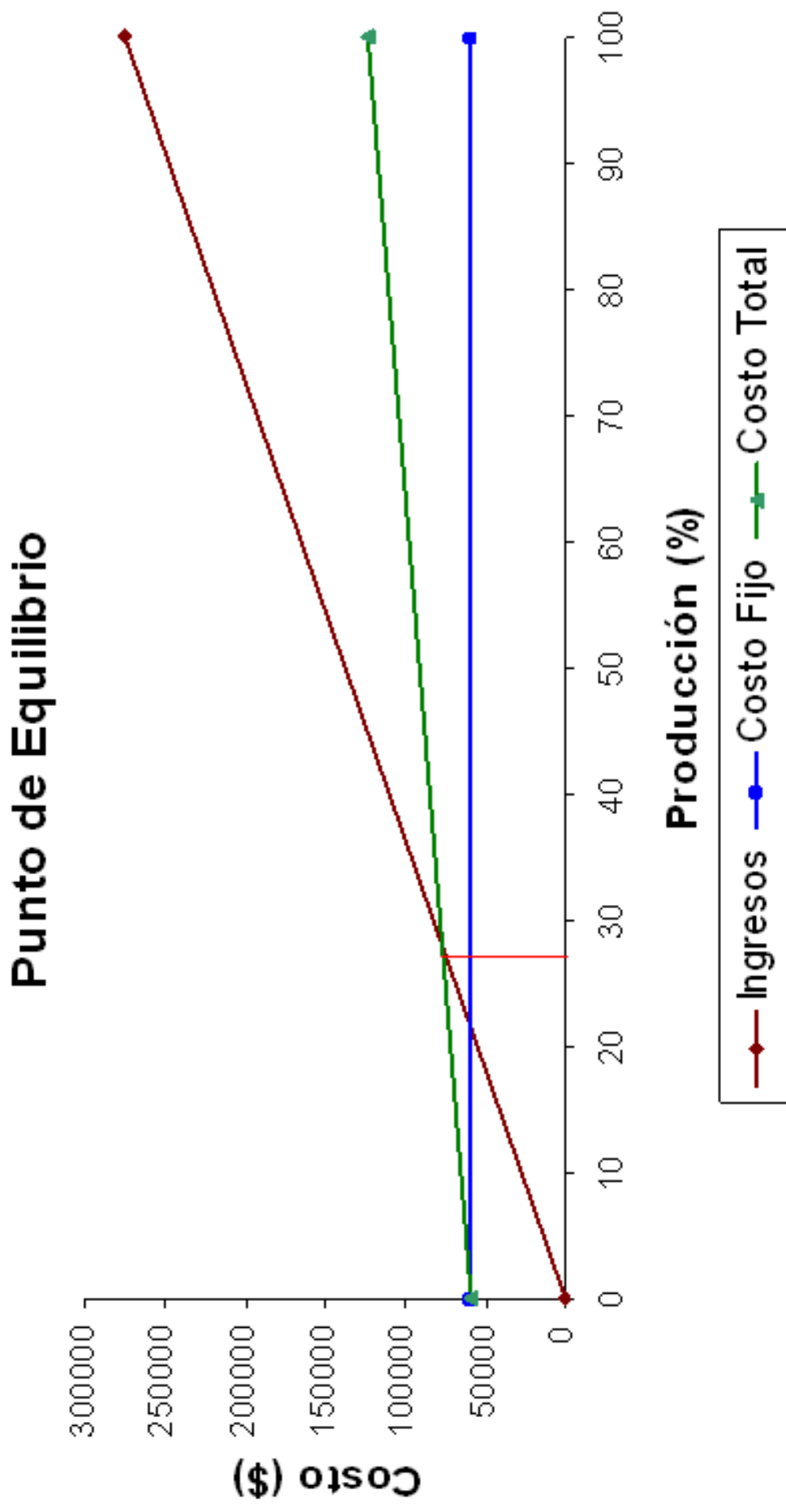
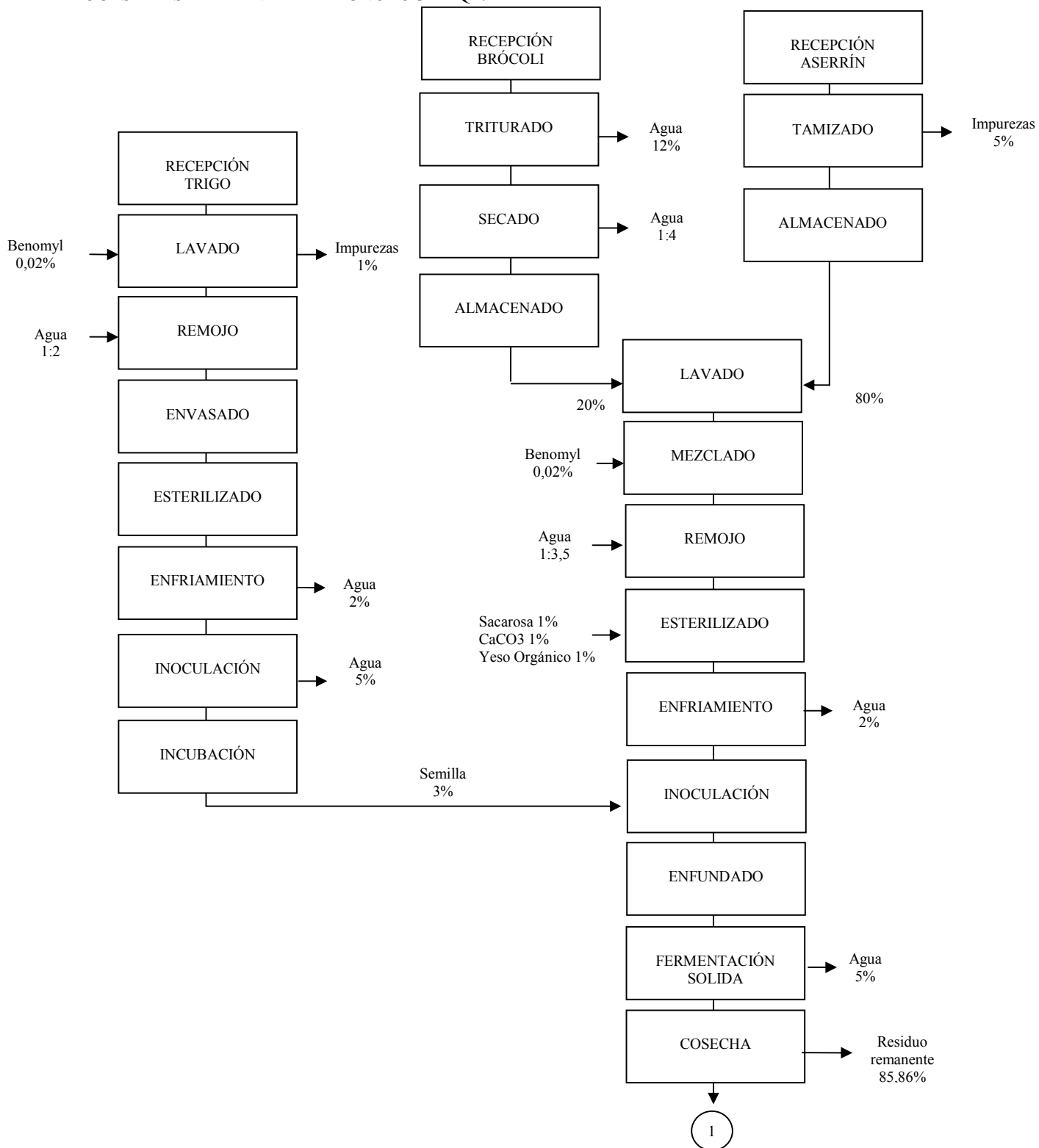


GRAFICO 3. PUNTO DE EQUILIBRIO DE LA PRODUCCIÓN DE LAS SETAS SHIITAKE (Lentinula edodes) OBTENIDAS DEL TRATAMIENTO a3b0 (80% reemplazo de aserrín-Shiitake Wb de Canadá) Y PROCESADAS MEDIANTE LA TECNOLOGÍA IQF.



ANEXO D
DIAGRAMAS

DIAGRAMA 1. DIAGRAMA DE FLUJO DE LA PRODUCCIÓN DE LAS SETAS SHIITAKE (*Lentinula edodes*) OBTENIDAS DEL TRATAMIENTO a3b0 (80% reemplazo de aserrín-Shiitake Wb de Canadá) Y PROCESADAS MEDIANTE LA TECNOLOGÍA IQF.



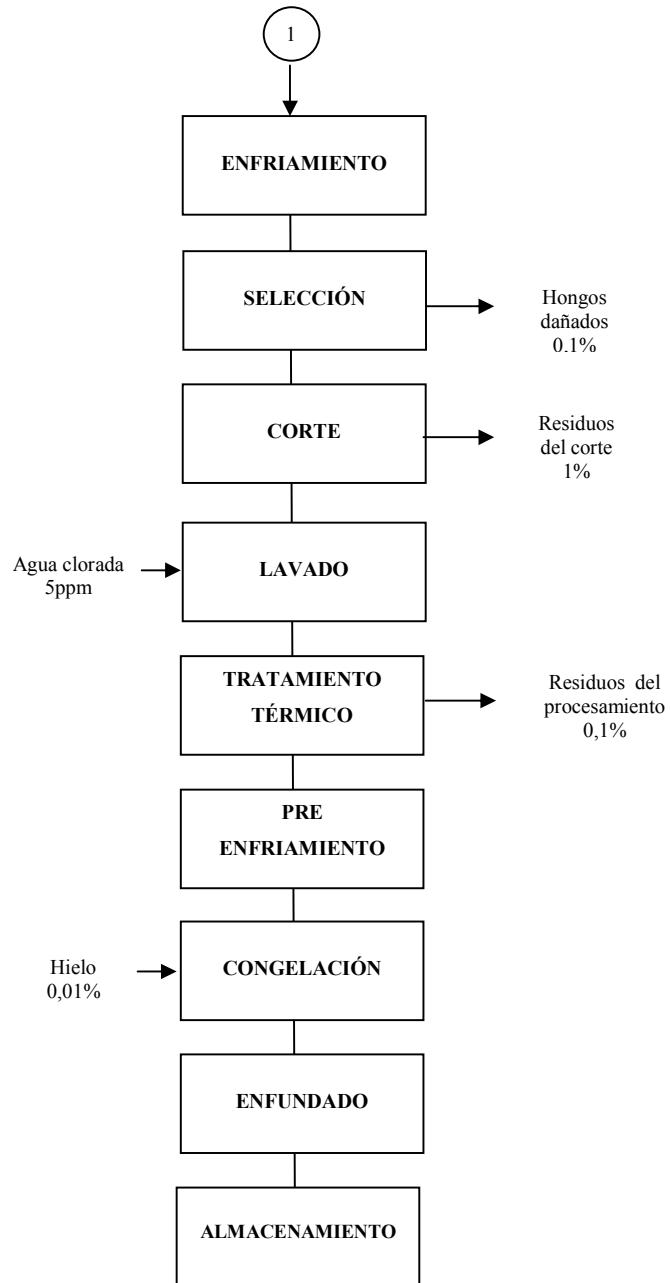
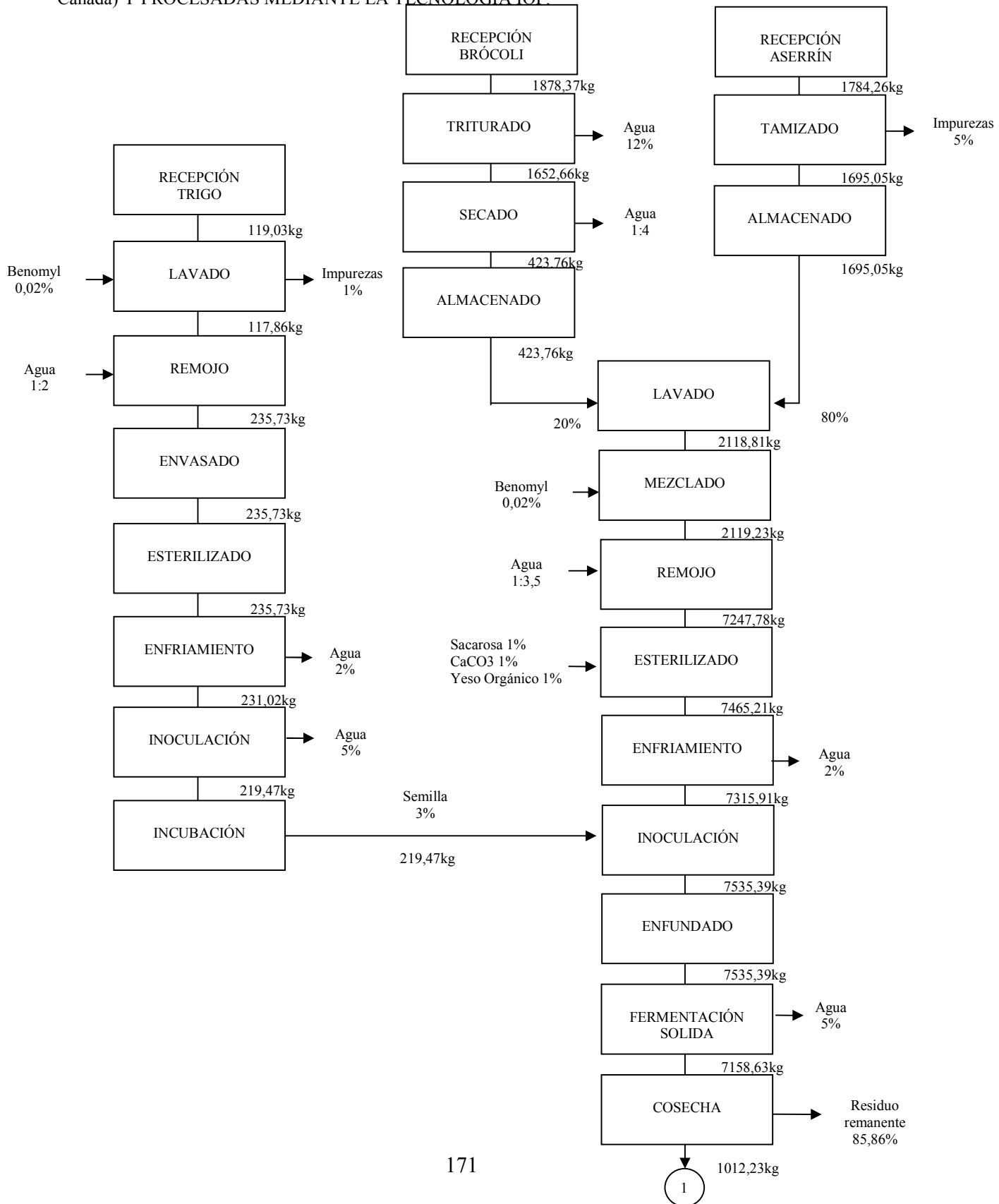


DIAGRAMA 2. BALANCE DE MATERIALES PARA LA PRODUCCIÓN DE LAS SETAS SHIITAKE (*Lentinula edodes*) OBTENIDAS DEL TRATAMIENTO a3b0 (80% reemplazo de aserrín-Shiitake Wb de Canadá) Y PROCESADAS MEDIANTE LA TECNOLOGÍA IOE.



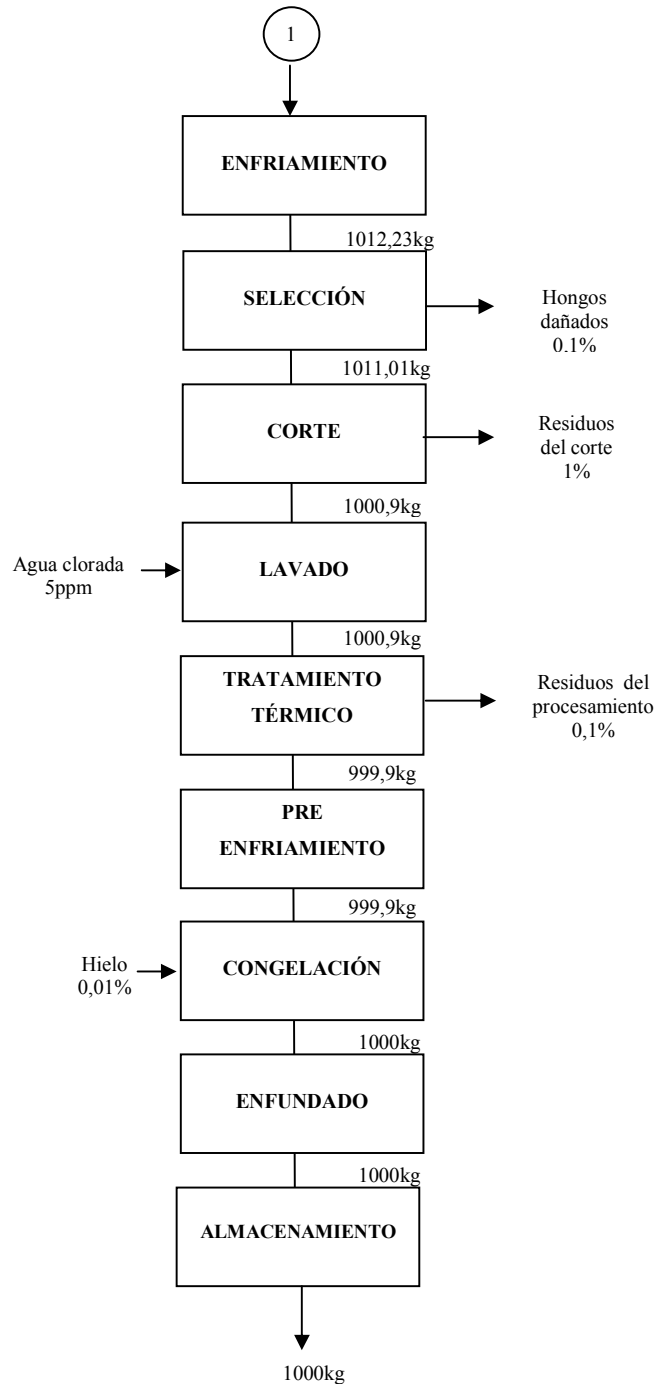
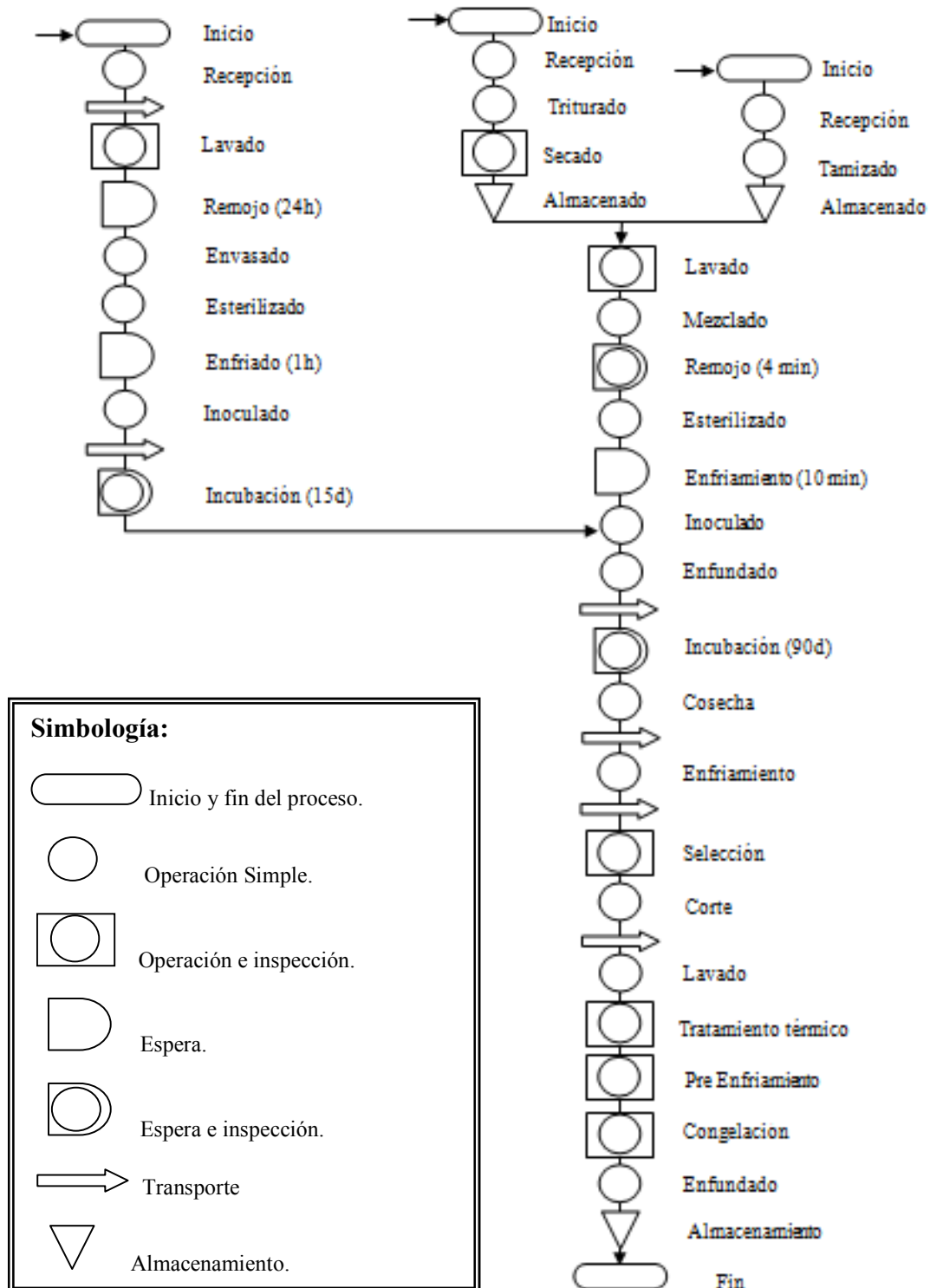


DIAGRAMA 3. DIAGRAMA DE PROCESOS PARA LA PRODUCCIÓN DE LAS SETAS SHIITAKE (*Lentinula edodes*) OBTENIDAS DEL TRATAMIENTO a3b0 (80% reemplazo de aserrín-Shiitake Wb de Canadá) Y PROCESADAS MEDIANTE LA TECNOLOGÍA IQF.



ANEXO E
FOTOGRAFÍAS

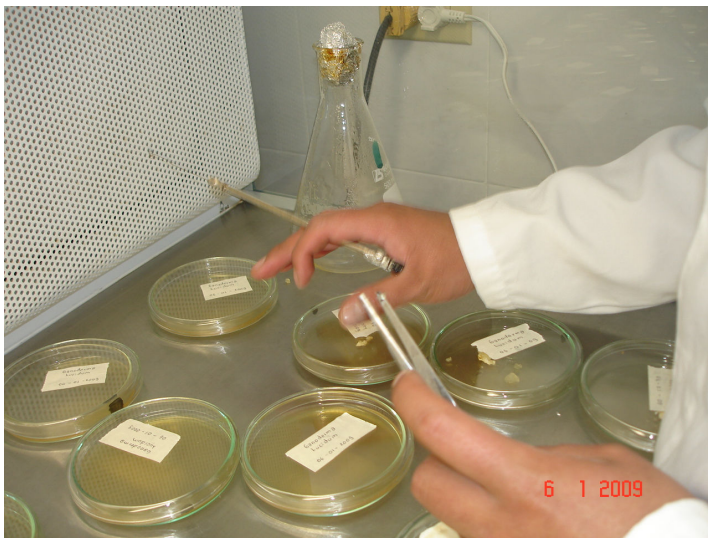
PRODUCCIÓN Y CONSERVACIÓN DE CEPAS *Lentinula edodes* (Shiitake).



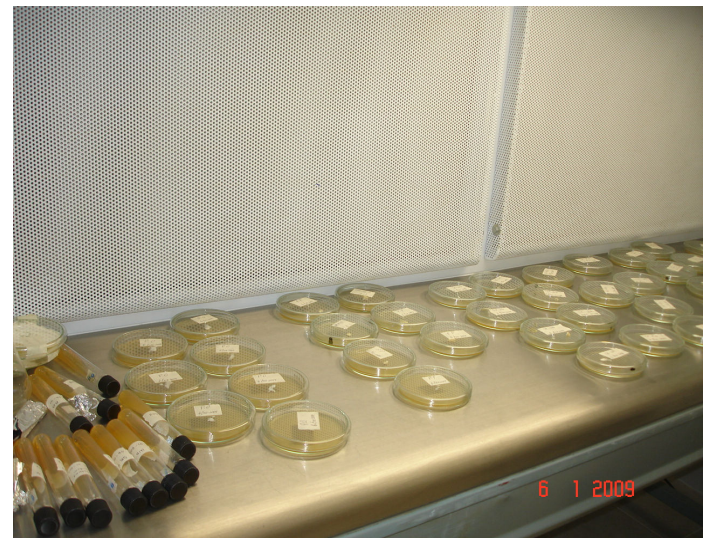
1. Esterilización del Agar



2. Llenado de las cajas y rotulado



3. Inoculación del micelio en las cajas.



4. Incubación de las cajas.

PREPARACIÓN DE LA SEMILLA DE SHIITAKE



1. Lavado y remojo del trigo.



2. Ecurrido del exceso de agua.



3. Esterilización del trigo.



4. Inoculación del trigo.



5. Trigo inoculado.



6. Incubación del trigo.



7. Micelio Colonizando.



7. Micelio Colonizado.



8. Semilla de Shiitake lista.

PREPARACION DEL SUSTRATO DE BRÓCOLI PARA LA SIEMBRA



1. Tallos de brócoli picados.



2. Licuado y escurrido.



3. Secado del sustrato.

PREPARACION DEL REEMPLAZO DE ASERRÍN DE EUCALIPTO PARA LA SIEMBRA



1. Tamizado del aserrín.



2. Reemplazo listo para la mezcla.

PREPARACION DE LAS MEZCLAS DE SUSTRATO



1. Pesado de los sustratos.



2. Mezcla del sustrato y el reemplazo.



3. Hidratación de las mezclas.





4. Ecurrido del sustrato



5. Preparación para la pasteurización



6. Pasteurización del sustrato.

INOCULACIÓN E INCUBACIÓN DE LAS MEZCLAS DE SUSTRATO



Enfriamiento del sustrato



Inoculación



Enfundado



Incubación



Micelio activado



Colonización del sustrato



Amorrónamiento



Aparición de los primeros primordios

FRUCTIFICACIÓN Y COSECHA DEL SHIITAKE



Fructificación



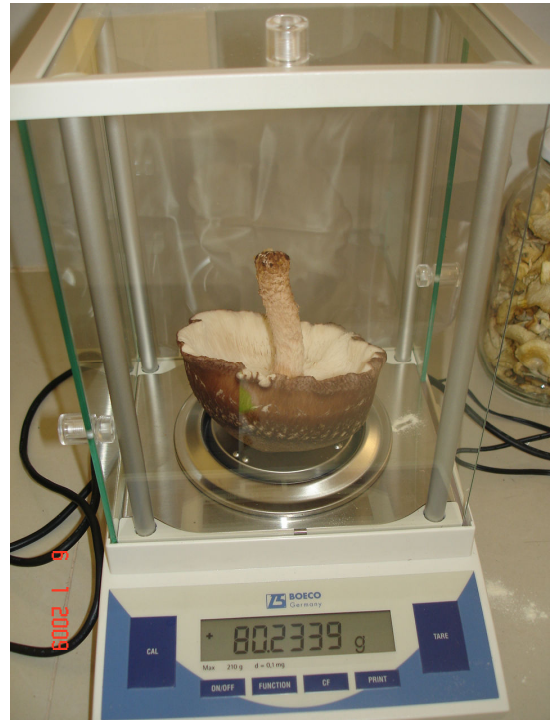
Cosecha

Setas Lentinula edodes Shiitake





Setas cosechadas



Tamaño del basidioma



Setas Shiitake picadas



Setas Shiitake cocidas al vapor