



UNIVERSIDAD TÉCNICA DE AMBATO
FACULTAD DE CIENCIA E INGENIERÍA EN
ALIMENTOS



**“UTILIZACIÓN DE RESIDUOS DE BRÓCOLI (*Brassica olerácea*
itálica), COLIFLOR (*Brassica olerácea*) Y ROMANESCO (*Brassica*
olerácea botrytis) GENERADOS EN LA EMPRESA PROVEFRUT**
S.A. PARA LA PRODUCCIÓN DE SETAS *Pleurotus*”

Trabajo de Investigación Modalidad Sistema Tutorial, previo a la obtención del título de
Ingeniera en Alimentos.

Por: CARMEN ELIZABETH HEREDIA PEÑAHERRERA

Ambato-Ecuador

2010

.....

Ing. Darío Velasteguí
Director de Tesis

AGRADECIMIENTO

A la Universidad Técnica de Ambato y a la Facultad de Ciencia e Ingeniería en Alimentos, por haberme permitido formarme como profesional.

*A la empresa PROVEFRUT S.A., por el financiamiento de la tesis mediante el proyecto de investigación “Utilización de residuos de brócoli (*Brassica olerácea itálica*), coliflor (*Brassica olerácea*) y romanesco (*Brassica olerácea botrytis*) generados en la empresa PROVEFRUT S.A. para la producción de setas *Pleurotus*”*

A los Ingenieros Mario Álvarez y Darío Velasteguí por el apoyo incondicional que me brindaron durante el desarrollo de esta tesis.

A los Doctores Milton Ramos y Carlos Rodríguez, por su importante colaboración y supervisión en la calificación del presente estudio.

A mis padres, hermanas y amigos las personas que siempre me ayudaron en la vida estudiantil, dándome ánimo, fuerza y aliento para seguir siempre adelante.

Elizabeth Heredia

DEDICATORIA

A Dios por colmarme de bendiciones y por ser quien ha estado a mi lado todo el tiempo dándome fuerza y valor en los momentos más difíciles de mi vida.

A la Virgen María por dejarme sentir su presencia en mi vida y hacerme saber que aunque a veces dude y tenga miedo, a su lado todo cambia.

A Santa Rita por hacer posibles todas esas cosas que parecían imposibles, por estar a mi lado cuando más la necesito.

A mi padre, Raúl Heredia por haberme dado todo su apoyo y confianza, por ser un ejemplo en mi vida y enseñarme que entre más obstáculos hay en el camino más legítima es la victoria.

A mi madre, María Guadalupe por haberme brindado su apoyo devoción, cariño y cuidados por apoyarme y guiarme por el sendero del bien.

A mis hermanas Anita y Magie, quienes me apoyaron siempre, dándome ánimo, consuelo y apoyo incondicional durante mi carrera.

A Fernando por compartir penas y alegrías y darme ánimo en los momentos más difíciles de la realización de este proyecto.

Elizabeth Heredia

INDICE GENERAL

DECLARATORIA DE AUTENTICIDAD.....	错
误! 未定义书签。	
AGRADECIMIENTO.....	III
DEDICATORIA.....	IV
INDICE GENERAL.....	VI
INDICE DE ANEXOS.....	XI
RESUMEN.....	XVIII
III	

CAPÍTULO 1- 1 -

EL PROBLEMA

1.1	TEMA.....	- 1 -
1.2	PLANTEAMIENTO DEL PROBLEMA.....	- 1 -
1.2.1	<i>Contextualización.....</i>	- 1 -
1.2.2	<i>Análisis crítico.....</i>	- 3 -
1.2.3	<i>Prognosis.....</i>	- 4 -
1.2.4	<i>Formulación del problema.....</i>	- 4 -
1.2.5	<i>Interrogantes (subproblemas).....</i>	- 5 -
1.2.6	<i>Delimitación.....</i>	- 5 -
1.3	JUSTIFICACION.....	- 6 -
1.4	OBJETIVOS.....	- 7 -
1.4.1	<i>Objetivo general.....</i>	- 7 -
1.4.2	<i>Objetivos específicos:.....</i>	- 7 -

CAPÍTULO 2

MARCO TEORICO

2.1	ANTECEDENTES INVESTIGATIVOS.....	- 8 -
-----	----------------------------------	-------

2.1.1	SUSTRATOS.....	- 8 -
2.1.2	SETAS.....	- 13 -
2.2	FUNDAMENTACION FILOSOFICA	- 33 -
2.3	FUNDAMENTACION LEGAL	- 34 -
2.3.1	NORMA GENERAL DEL CODEX.....	- 34 -
2.3.2	ACUERDO MINISTERIAL N-º 177.....	- 34 -
2.4	CATEGORIAS FUNDAMENTALES.....	- 35 -
2.4.1	Marco conceptual: Variable independiente	- 35 -
2.4.2	Marco conceptual: Variable dependiente	- 35 -
2.5	HIPOTESIS	- 35 -
2.6	SEÑALAMIENTO DE VARIABLES	- 36 -
2.6.1	Variable independiente.....	- 36 -
2.6.2	Variable dependiente.....	- 36 -

CAPÍTULO 3

METODOLOGÍA

3.1	MODALIDAD BASICA DE LA INVESTIGACIÓN	- 37 -
3.1.1	Diseño experimental.....	- 37 -
3.1.2	MÉTODO	- 38 -
3.2	NIVEL O TIPO DE INVESTIGACIÓN.....	- 40 -
3.3	POBLACION Y MUESTRA	- 40 -
3.3.1	Población.....	- 40 -
3.3.2	Muestra.....	- 40 -
3.4	OPERACIONALIZACION DE VARIABLES	- 41 -
3.4.1	Operacionalización de la variable independiente.....	- 41 -
3.4.2	Operacionalización de la variable dependiente.....	- 42 -
3.5	PLAN DE RECOLECCION DE INFORMACION.....	- 42 -
3.5.1	Recolección de Datos.	- 42 -

3.5.2	<i>Respuestas experimentales</i>	43 -
3.5.3	<i>Análisis de los resultados</i>	44 -

CAPITULO 4 - 48 -

ANÁLISIS E INTERPRETACIÓN DE RESULTADOS

4.1	INTERPRETACIÓN DE DATOS	48 -
4.1.1	<i>Precocidad de las setas Pleurotus ostreatus var. florida y Pleurotus pulmonarius</i>	48 -
4.1.2	<i>Peso de las setas Pleurotus ostreatus var. florida y Pleurotus pulmonarius de los diferentes tratamientos</i>	49 -
4.1.3	<i>Número de setas cosechadas Pleurotus ostreatus var. florida y Pleurotus pulmonarius en los diferentes tratamientos</i>	50 -
4.1.4	<i>Rendimiento de las setas Pleurotus ostreatus var. florida y Pleurotus pulmonarius durante la primera cosecha en los diferentes tratamientos</i>	51 -
4.1.5	<i>Rendimiento de las setas Pleurotus ostreatus var. florida y Pleurotus pulmonarius durante la segunda cosecha en los diferentes tratamientos</i>	52 -
4.1.6	<i>Rendimiento de las setas Pleurotus ostreatus var. florida y Pleurotus pulmonarius durante la tercera cosecha en los diferentes tratamientos</i>	52 -
4.1.7	<i>Rendimiento de las setas Pleurotus ostreatus var. florida y Pleurotus pulmonarius durante las tres cosechas en los diferentes tratamientos</i>	53 -
4.1.8	<i>Eficiencia biológica de las setas Pleurotus ostreatus var. florida y Pleurotus pulmonarius durante la primera cosecha en los diferentes tratamientos</i>	54 -
4.1.9	<i>Eficiencia biológica de las setas Pleurotus ostreatus var. florida y Pleurotus pulmonarius durante la segunda cosecha en los diferentes tratamientos</i>	54 -
4.1.10	<i>Eficiencia biológica de las setas Pleurotus ostreatus var. florida y Pleurotus pulmonarius durante la tercera cosecha en los diferentes tratamientos</i>	55 -
4.1.11	<i>Eficiencia biológica de las setas Pleurotus ostreatus var. florida y Pleurotus pulmonarius durante las tres cosechas en los diferentes tratamientos</i>	55 -
4.1.12	<i>Tamaño del basidioma (g/hongo) de las setas Pleurotus ostreatus var. florida y Pleurotus pulmonarius durante la primera cosecha en los diferentes tratamientos</i>	56 -
4.1.13	<i>Tamaño del basidioma (g/hongo) de las setas Pleurotus ostreatus var. florida y Pleurotus pulmonarius durante la segunda cosecha en los diferentes tratamientos</i>	57 -

4.1.14	<i>Tamaño del basidioma (g/hongo) de las setas Pleurotus ostreatus var.florida y Pleurotus pulmonarius durante la tercera cosecha en los diferentes tratamientos.....</i>	57 -
4.1.15	<i>Tamaño del basidioma (g/hongo) de las setas Pleurotus ostreatus var.florida y Pleurotus pulmonarius durante las tres cosechas en los diferentes tratamientos.</i>	58 -
4.1.16	<i>Alternativa seleccionada.</i>	58 -
4.2	ANÁLISIS DE LOS RESULTADOS OBTENIDOS.....	59 -
4.2.1	<i>Velocidad de crecimiento de los carpóforos de las de las setas (Pleurotus ostreatus var. florida) provenientes del mejor tratamiento.</i>	59 -
4.2.2	<i>Análisis proximal de las setas (Pleurotus ostreatus var. florida) provenientes del mejor tratamiento y procesadas mediante la tecnología IQF.....</i>	60 -
4.2.3	<i>Análisis de Aminoácidos de las setas (Pleurotus ostreatus var. florida) provenientes del mejor tratamiento y procesadas mediante la tecnología IQF.....</i>	61 -
4.2.4	<i>Análisis microbiológico de las setas (Pleurotus ostreatus var. florida) provenientes del mejor tratamiento y procesadas mediante la tecnología IQF.....</i>	62 -
4.2.5	<i>Análisis Sensorial.....</i>	63 -
4.2.6	<i>Análisis económico de la producción de la producción de las setas (Pleurotus ostreatus var. florida) provenientes del mejor tratamiento y procesadas mediante la tecnología IQF.</i>	66 -
4.3	Verificación de Hipótesis	86 -

CAPITULO 5

CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES

5.1	CONCLUSIONES.....	87 -
5.2	RECOMENDACIONES	91 -

CAPÍTULO 6 - 92 -

PROPUESTA - 92 -

6.1	ESTRUCTURA TENTATIVA DE LA PROPUESTA.....	92 -
6.1.1	DATOS INFORMATIVOS:.....	92 -
6.1.2	ANTECEDENTES.....	92 -
6.1.3	JUSTIFICACIÓN.....	93 -

6.1.4	OBJETIVOS.....	- 93 -
6.1.5	ANÁLISIS DE FACTIBILIDAD.....	- 94 -
6.1.6	FUNDAMENTACIÓN CIENTÍFICO-TÉCNICA.....	- 95 -
6.1.7	MODELO OPERATIVO	- 95 -
6.1.8	ADMINISTRACIÓN	- 95 -

BIBLIOGRAFIA.....	97
--------------------------	-----------

INDICE DE ANEXOS

ANEXO A DATOS EXPERIMENTALES

TABLA A 1. PRECOCIDAD (días) DE LAS SETAS (*Pleurotus ostreatus*, *Pleurotus pulmonarius*) EN LOS DIFERENTES TRATAMIENTOS

TABLA A 2. PESO DE LAS SETAS (*Pleurotus ostreatus*, *Pleurotus pulmonarius*) EN LOS DIFERENTES TRATAMIENTOS DURANTE LA PRIMERA COSECHA

TABLA A 3. PESO DE LAS SETAS (*Pleurotus ostreatus*, *Pleurotus pulmonarius*) EN LOS DIFERENTES TRATAMIENTOS DURANTE LA SEGUNDA COSECHA

TABLA A 4. PESO DE LAS SETAS (*Pleurotus ostreatus*, *Pleurotus pulmonarius*) EN LOS DIFERENTES TRATAMIENTOS DURANTE LA TERCERA COSECHA

TABLA A 5. PESO DE LAS SETAS (*Pleurotus ostreatus*, *Pleurotus pulmonarius*) EN LOS DIFERENTES TRATAMIENTOS DURANTE LAS TRES COSECHAS

TABLA A 6. NÚMERO DE SETAS (*Pleurotus ostreatus*, *Pleurotus pulmonarius*) COSECHADAS DURANTE LA PRIMERA COSECHA EN LOS DIFERENTES TRATAMIENTOS.

TABLA A 7. NÚMERO DE SETAS (*Pleurotus ostreatus*, *Pleurotus pulmonarius*) COSECHADAS DURANTE LA SEGUNDA COSECHA EN LOS DIFERENTES TRATAMIENTOS.

TABLA A 8. NÚMERO DE SETAS (*Pleurotus ostreatus*, *Pleurotus pulmonarius*) COSECHADAS DURANTE LA TERCERA COSECHA EN LOS DIFERENTES TRATAMIENTOS.

TABLA A 9. NÚMERO DE SETAS (*Pleurotus ostreatus*, *Pleurotus pulmonarius*) COSECHADAS DURANTE LAS TRES COSECHAS EN LOS DIFERENTES TRATAMIENTOS.

TABLA A 10. RENDIMIENTO (%) DE LAS SETAS (*Pleurotus ostreatus*, *Pleurotus pulmonarius*) DE LA PRIMERA COSECHA EN LOS DIFERENTES TRATAMIENTOS

TABLA A 11. RENDIMIENTO (%) DE LAS SETAS (*Pleurotus ostreatus*, *Pleurotus pulmonarius*) DE LA SEGUNDA COSECHA EN LOS DIFERENTES TRATAMIENTOS

TABLA A 12. RENDIMIENTO (%) DE LAS SETAS (*Pleurotus ostreatus*, *Pleurotus pulmonarius*) DE LA TERCERA COSECHA EN LOS DIFERENTES TRATAMIENTOS

TABLA A 13. RENDIMIENTO (%) DE LAS SETAS (*Pleurotus ostreatus*, *Pleurotus pulmonarius*) DE LAS TRES COSECHAS EN LOS DIFERENTES TRATAMIENTOS

TABLA A 14. EFICIENCIA DE BIOLÓGICA (%) DE LAS SETAS (*Pleurotus ostreatus*, *Pleurotus pulmonarius*) PARA LA PRIMERA COSECHA PARA LOS DIFERENTES TRATAMIENTOS

TABLA A 15. EFICIENCIA DE BIOLÓGICA (%) DE LAS SETAS (*Pleurotus ostreatus*, *Pleurotus pulmonarius*) PARA LA SEGUNDA COSECHA PARA LOS DIFERENTES TRATAMIENTOS

TABLA A 16. EFICIENCIA DE BIOLÓGICA (%) DE LAS SETAS (*Pleurotus ostreatus*, *Pleurotus pulmonarius*) PARA LA TERCERA COSECHA PARA LOS DIFERENTES TRATAMIENTOS

TABLA A 17. EFICIENCIA DE BIOLÓGICA (%) DE LAS SETAS (*Pleurotus ostreatus*, *Pleurotus pulmonarius*) PARA LAS TRES COSECHAS PARA LOS DIFERENTES TRATAMIENTOS

TABLA A 18. TAMAÑO DE BASIDIOMA (g/hongo) DE LA PRIMERA COSECHA DE LAS SETAS (*Pleurotus ostreatus*, *Pleurotus pulmonarius*) EN LOS DIFERENTES TRATAMIENTOS

TABLA A 19. TAMAÑO DE BASIDIOMA (g/hongo) DE LA SEGUNDA COSECHA DE LAS SETAS (*Pleurotus ostreatus*, *Pleurotus pulmonarius*) EN LOS DIFERENTES TRATAMIENTOS

TABLA A 20. TAMAÑO DE BASIDIOMA (g/hongo) DE LA TERCERA COSECHA DE LAS SETAS (*Pleurotus ostreatus*, *Pleurotus pulmonarius*) EN LOS DIFERENTES TRATAMIENTOS

TABLA A 21. TAMAÑO DE BASIDIOMA (g/hongo) DE LA TRES COSECHAS DE LAS SETAS (*Pleurotus ostreatus*, *Pleurotus pulmonarius*) EN LOS DIFERENTES TRATAMIENTOS

TABLA A 22. DIÁMETRO DE LOS CARPÓFOROS DE LAS SETAS (*Pleurotus ostreatus*) PERTENECIENTES AL MEJOR TRATAMIENTO CON RELACIÓN AL TIEMPO (mm/ día).

- TABLA A 23. ANÁLISIS PROXIMAL DE LAS SETAS (*Pleurotus ostreatus*) PROVENIENTES DEL MEJOR TRATAMIENTO EN COMPARACIÓN CON OTROS ALIMENTOS.**
- TABLA A 24. COMPOSICIÓN AMINOACÍDICA DE LA PROTEÍNA DE LAS SETAS (*Pleurotus ostreatus*) PROVENIENTES DEL MEJOR TRATAMIENTO**
- TABLA A 25. COMPUTO QUÍMICO PARA LOS AMINOÁCIDOS DE LA PROTEÍNA DE LAS SETAS SHIITAKE (*Pleurotus ostreatus*) PROVENIENTES DEL MEJOR TRATAMIENTO RELACIONADO CON EL PATRÓN FAO**
- TABLA A 26. ANÁLISIS MICROBIOLÓGICO DE LAS SETAS (*Pleurotus ostreatus*) PROVENIENTES DEL MEJOR TRATAMIENTO Y PROCESADAS CON LA TECNOLOGÍA DE CONGELADO RÁPIDO IQF.**
- TABLA A 27 FICHA DE CATACIÓN DE LAS SETAS *Pleurotus ostreatus* PROVENIENTES DEL MEJOR TRATAMIENTO Y PROCESADAS CON LA TECNOLOGÍA DE CONGELADO RÁPIDO IQF.**
- TABLA A 28. PRUEBAS SENSORIALES DEL COLOR DE LAS SETAS *Pleurotus ostreatus* var. *florida* EN COMPARACIÓN CON *Agaricus bisporus* y *Lentinula Edodes* SOMETIDAS A I.Q.F PROVENIENTES DEL MEJOR TRATAMIENTO.**
- TABLA A 29. PRUEBAS SENSORIALES DEL OLOR DE LAS SETAS *Pleurotus ostreatus* var. *florida* EN COMPARACIÓN CON *Agaricus bisporus* y *Lentinula Edodes* SOMETIDAS A I.Q.F PROVENIENTES DEL MEJOR TRATAMIENTO.**
- TABLA A 30. PRUEBAS SENSORIALES DEL SABOR DE LAS SETAS *Pleurotus ostreatus* var. *florida* EN COMPARACIÓN CON *Agaricus bisporus* y *Lentinula Edodes* SOMETIDAS A I.Q.F PROVENIENTES DEL MEJOR TRATAMIENTO.**
- TABLA A 31. PRUEBAS SENSORIALES DE LA TEXTURA DE LAS SETAS *Pleurotus ostreatus* var. *florida* EN COMPARACIÓN CON *Agaricus bisporus* y *Lentinula Edodes* SOMETIDAS A I.Q.F PROVENIENTES DEL MEJORE TRATAMIENTO.**
- TABLA A 32. PRUEBAS SENSORIALES DE LA ACEPTABILIDAD DE LAS SETAS *Pleurotus ostreatus* var. *florida* EN COMPARACIÓN CON**

Agaricus bisporus y *Lentinula Edodes* SOMETIDAS A I.Q.F
PROVENIENTES DEL MEJORE TRATAMIENTO.

ANEXO B **ANÁLISIS ESTADÍSTICO**

TABLA B 1. ANÁLISIS DE VARIANZA PARA LA PRECOCIDAD (días) DEL CULTIVO DE LAS SETAS (*Pleurotus ostreatus*, *Pleurotus pulmonarius*) EN LOS DIFERENTES TRATAMIENTOS.

TABLA B 2. PRUEBA “TUKEY” PARA EL FACTOR A (SUSTRATO) EN LOS VALORES DE PRECOCIDAD (días) DE LAS SETAS (*Pleurotus ostreatus*, *Pleurotus pulmonarius*) EN LOS DIFERENTES TRATAMIENTOS

TABLA B 3. PRUEBA “TUKEY” PARA EL FACTOR B (CEPA) EN LOS VALORES DE PRECOCIDAD (días) DE LAS SETAS (*Pleurotus ostreatus*, *Pleurotus pulmonarius*) EN LOS DIFERENTES TRATAMIENTOS.

TABLA B 4. PRUEBA “TUKEY” PARA LA INTERACCIÓN (SUSTRATO- CEPA) EN LOS VALORES DE PRECOCIDAD (días) DE LAS SETAS (*Pleurotus ostreatus*, *Pleurotus pulmonarius*) EN LOS DIFERENTES TRATAMIENTOS.

TABLA B 5. ANÁLISIS DE VARIANZA DEL RENDIMIENTO DE LAS SETAS (*Pleurotus ostreatus*, *Pleurotus pulmonarius*) DE LA PRIMERA COSECHA EN LOS DIFERENTES TRATAMIENTOS

TABLA B 6. PRUEBA “TUKEY” PARA EL FACTOR A (SUSTRATO) EN LOS VALORES DE RENDIMIENTO (%) DE LA PRIMERA COSECHA DE LAS SETAS (*Pleurotus ostreatus*, *Pleurotus pulmonarius*) EN LOS DIFERENTES TRATAMIENTOS.

TABLA B 7 ANÁLISIS DE VARIANZA DEL RENDIMIENTO DE LAS SETAS (*Pleurotus ostreatus*, *Pleurotus pulmonarius*) DE LA SEGUNDA COSECHA EN LOS DIFERENTES TRATAMIENTOS

TABLA B 8. PRUEBA “TUKEY” PARA EL FACTOR A (SUSTRATO) EN LOS VALORES DE RENDIMIENTO (%) DE LA SEGUNDA COSECHA DE LAS SETAS (*Pleurotus ostreatus*, *Pleurotus pulmonarius*) EN LOS DIFERENTES TRATAMIENTOS.

TABLA B 9 ANÁLISIS DE VARIANZA DEL RENDIMIENTO DE LAS SETAS (*Pleurotus ostreatus*, *Pleurotus pulmonarius*) DE LA TERCERA COSECHA EN LOS DIFERENTES TRATAMIENTOS

TABLA B 10. PRUEBA “TUKEY” PARA EL FACTOR A (SUSTRATO) EN LOS VALORES DE RENDIMIENTO (%) DE LA TERCERA COSECHA DE LAS SETAS (*Pleurotus ostreatus*, *Pleurotus pulmonarius*) EN LOS DIFERENTES TRATAMIENTOS.

TABLA B 11. ANÁLISIS DE VARIANZA DEL RENDIMIENTO DE LAS SETAS (*Pleurotus ostreatus*, *Pleurotus pulmonarius*) DE LAS TRES COSECHAS EN LOS DIFERENTES TRATAMIENTOS

TABLA B 12. PRUEBA “TUKEY” PARA EL FACTOR A (SUSTRATO) EN LOS VALORES DE RENDIMIENTO (%) DE LAS TRES COSECHAS DE LAS SETAS (*Pleurotus ostreatus*, *Pleurotus pulmonarius*) EN LOS DIFERENTES TRATAMIENTOS.

- TABLA B 13. ANÁLISIS DE VARIANZA DE LA EFICIENCIA BIOLÓGICA DE LAS SETAS (*Pleurotus ostreatus*, *Pleurotus pulmonarius*) DE LA PRIMERA COSECHA EN LOS DIFERENTES TRATAMIENTOS**
- TABLA B 14. PRUEBA “TUKEY” PARA LA VARIABLE SUSTRATO EN LOS VALORES DE EFICIENCIA BIOLÓGICA (%) DE LA PRIMERA COSECHA DE LAS SETAS (*Pleurotus ostreatus*, *Pleurotus pulmonarius*) EN LOS DIFERENTES TRATAMIENTOS.**
- TABLA B 15. ANÁLISIS DE VARIANZA DE LA EFICIENCIA BIOLÓGICA DE LAS SETAS (*Pleurotus ostreatus*, *Pleurotus pulmonarius*) DE LA SEGUNDA COSECHA EN LOS DIFERENTES TRATAMIENTOS**
- TABLA B 16. PRUEBA “TUKEY” PARA LA VARIABLE SUSTRATO EN LOS VALORES DE EFICIENCIA BIOLÓGICA (%) DE LA SEGUNDA COSECHA DE LAS SETAS (*Pleurotus ostreatus*, *Pleurotus pulmonarius*) EN LOS DIFERENTES TRATAMIENTOS.**
- TABLA B 17. ANÁLISIS DE VARIANZA DE LA EFICIENCIA BIOLÓGICA DE LAS SETAS (*Pleurotus ostreatus*, *Pleurotus pulmonarius*) DE LA TERCERA COSECHA EN LOS DIFERENTES TRATAMIENTOS**
- TABLA B 18. PRUEBA “TUKEY” PARA LA VARIABLE SUSTRATO EN LOS VALORES DE EFICIENCIA BIOLÓGICA (%) DE LA TERCERA COSECHA DE LAS SETAS (*Pleurotus ostreatus*, *Pleurotus pulmonarius*) EN LOS DIFERENTES TRATAMIENTOS.**
- TABLA B 19. ANÁLISIS DE VARIANZA DE LA EFICIENCIA BIOLÓGICA DE LAS SETAS (*Pleurotus ostreatus*, *Pleurotus pulmonarius*) DE LAS TRES COSECHAS EN LOS DIFERENTES TRATAMIENTOS**
- TABLA B 20. PRUEBA “TUKEY” PARA LA VARIABLE SUSTRATO EN LOS VALORES DE EFICIENCIA BIOLÓGICA (%) DE LA TERCERA COSECHA DE LAS TRES COSECHAS (*Pleurotus ostreatus*, *Pleurotus pulmonarius*) EN LOS DIFERENTES TRATAMIENTOS.**
- TABLA B 21. ANÁLISIS DE VARIANZA DEL TAMAÑO DE BASIDIOMA (g/hongo) DE LA PRIMERA COSECHA DE LAS SETAS (*Pleurotus ostreatus*, *Pleurotus pulmonarius*) EN LOS DIFERENTES TRATAMIENTOS.**
- TABLA B 22. PRUEBA “TUKEY” PARA EL FACTOR A (SUSTRATO) EN LOS VALORES DE TAMAÑO DE BASIDIOMA (g/hongo) DE LA PRIMERA COSECHA DE LAS SETAS (*Pleurotus ostreatus*, *Pleurotus pulmonarius*) EN LOS DIFERENTES TRATAMIENTOS.**
- TABLA B 23. ANÁLISIS DE VARIANZA DEL TAMAÑO DE BASIDIOMA (g/hongo) DE LA SEGUNDA COSECHA DE LAS SETAS (*Pleurotus ostreatus*, *Pleurotus pulmonarius*) EN LOS DIFERENTES TRATAMIENTOS.**
- TABLA B 24. PRUEBA “TUKEY” PARA EL FACTOR A (SUSTRATO) EN LOS VALORES DE TAMAÑO DE BASIDIOMA (g/hongo) DE LA SEGUNDA COSECHA DE LAS SETAS (*Pleurotus ostreatus*, *Pleurotus pulmonarius*) EN LOS DIFERENTES TRATAMIENTOS.**
- TABLA B 25. ANÁLISIS DE VARIANZA DEL TAMAÑO DE BASIDIOMA (g/hongo) DE LA TERCERA COSECHA DE LAS SETAS (*Pleurotus ostreatus*, *Pleurotus pulmonarius*) EN LOS DIFERENTES TRATAMIENTOS.**
- TABLA B 26. PRUEBA “TUKEY” PARA EL FACTOR A (SUSTRATO) EN LOS VALORES DE TAMAÑO DE BASIDIOMA (g/hongo) DE LA TERCERA COSECHA DE LAS SETAS (*Pleurotus ostreatus*, *Pleurotus pulmonarius*) EN LOS DIFERENTES TRATAMIENTOS.**
- TABLA B 27. ANÁLISIS DE VARIANZA DEL TAMAÑO DE BASIDIOMA (g/hongo) DE LAS TRES COSECHAS DE LAS SETAS (*Pleurotus ostreatus*, *Pleurotus pulmonarius*) EN LOS DIFERENTES TRATAMIENTOS.**

TABLA B 28. PRUEBA “TUKEY” PARA EL FACTOR A (SUSTRATO) EN LOS VALORES DE TAMAÑO DE BASIDIOMA (g/hongo) DE LAS TRES COSECHAS DE LAS SETAS (*Pleurotus ostreatus*, *Pleurotus pulmonarius*) EN LOS DIFERENTES TRATAMIENTOS.

TABLA B 29. ANÁLISIS DE VARIANZA DE LAS PRUEBAS SENSORIALES COLOR DE LAS SETAS (*Pleurotus ostreatus* var. *florida*.) PROVENIENTES DEL MEJOR TRATAMIENTO Y PROCESADAS MEDIANTE LA TECNOLOGÍA IQF.

TABLA B 30. PRUEBA “TUKEY” APLICADO A LOS TRATAMIENTOS DE LA PRUEBA SENSORIAL COLOR DE LAS SETAS (*Pleurotus ostreatus* var. *florida*.) PROVENIENTES DEL MEJOR TRATAMIENTO Y PROCESADAS MEDIANTE LA TECNOLOGÍA IQF.

TABLA B 31. ANÁLISIS DE VARIANZA DE LAS PRUEBAS SENSORIALES OLOR DE LAS SETAS (*Pleurotus ostreatus* var. *florida*.) PROVENIENTES DEL MEJOR TRATAMIENTO Y PROCESADAS MEDIANTE LA TECNOLOGÍA IQF.

TABLA B 32. PRUEBA “TUKEY” APLICADO A LOS TRATAMIENTOS DE LA PRUEBA SENSORIAL OLOR DE LAS SETAS (*Pleurotus ostreatus* var. *florida*.) PROVENIENTES DEL MEJOR TRATAMIENTO Y PROCESADAS MEDIANTE LA TECNOLOGÍA IQF.

TABLA B 33. ANÁLISIS DE VARIANZA DE LAS PRUEBAS SENSORIALES SABOR DE LAS SETAS (*Pleurotus ostreatus* var. *florida*.) PROVENIENTES DEL MEJOR TRATAMIENTO Y PROCESADAS MEDIANTE LA TECNOLOGÍA IQF.

TABLA B 34. ANÁLISIS DE VARIANZA DE LAS PRUEBAS SENSORIALES SABOR DE LAS SETAS (*Pleurotus ostreatus* var. *florida*.) PROVENIENTES DEL MEJOR TRATAMIENTO Y PROCESADAS MEDIANTE LA TECNOLOGÍA IQF.

TABLA B 35. PRUEBA “TUKEY” APLICADO A LOS TRATAMIENTOS DE LA PRUEBA SENSORIAL SABOR DE LAS SETAS (*Pleurotus ostreatus* var. *florida*.) PROVENIENTES DEL MEJOR TRATAMIENTO Y PROCESADAS MEDIANTE LA TECNOLOGÍA IQF.

TABLA B 35. ANÁLISIS DE VARIANZA DE LAS PRUEBAS SENSORIALES TEXTURA DE LAS SETAS (*Pleurotus ostreatus* var. *florida*.) PROVENIENTES DEL MEJOR TRATAMIENTO Y PROCESADAS MEDIANTE LA TECNOLOGÍA IQF.

TABLA B 36. PRUEBA “TUKEY” APLICADO A LOS TRATAMIENTOS DE LA PRUEBA SENSORIAL TEXTURA DE LAS SETAS (*Pleurotus ostreatus* var. *florida*.) PROVENIENTES DEL MEJOR TRATAMIENTO Y PROCESADAS MEDIANTE LA TECNOLOGÍA IQF.

TABLA B 37. ANÁLISIS DE VARIANZA DE LAS PRUEBAS SENSORIALES ACEPTABILIDAD DE LAS SETAS (*Pleurotus ostreatus* var. *florida*.) PROVENIENTES DEL MEJOR TRATAMIENTO Y PROCESADAS MEDIANTE LA TECNOLOGÍA IQF.

ANEXO C. GRÁFICOS

GRÁFICO 1. GRÁFICO DE LA CURVA DE CRECIMIENTO DEL CARPOFORO DE LAS SETAS *Pleurotus ostreatus var. florida*. GRANDES PROVENIENTES DEL MEJOR TRATAMIENTO.

GRÁFICO 2. GRÁFICO DE LA CURVA DE CRECIMIENTO DEL CARPOFORO DE LAS SETAS *Pleurotus ostreatus var. florida* PEQUEÑAS PROVENIENTES DEL MEJOR TRATAMIENTO.

GRAFICO 3. PUNTO DE EQUILIBRIO DEL ANÁLISIS ECONÓMICO DE LA PRODUCCIÓN DE LAS SETAS *Pleurotus ostreatus var. florida* PROVENIENTES DEL MEJOR TRATAMIENTO.

ANEXO D DIAGRAMAS

DIAGRAMA 1. DIAGRAMA DE FLUJO DE LA PRODUCCIÓN DE LAS SETAS (*Pleurotus ostreatus var. florida*.) PROVENIENTES DEL MEJOR TRATAMIENTO Y PROCESADAS MEDIANTE LA TECNOLOGÍA IQF.

DIAGRAMA 2. BALANCE DE MATERIALES PARA LA PRODUCCIÓN DE LAS SETAS (*Pleurotus ostreatus var. florida*.) PROVENIENTES DEL MEJOR TRATAMIENTO Y PROCESADAS MEDIANTE LA TECNOLOGÍA IQF

DIAGRAMA 3. DIAGRAMA DE PROCESOS PARA LA PRODUCCIÓN DE SETAS (*Pleurotus ostreatus var. florida*.) PROVENIENTES DEL MEJOR TRATAMIENTO Y PROCESADAS MEDIANTE LA TECNOLOGÍA IQF

ANEXO E. FOTOGRAFÍAS

ANEXO E1. CONSERVACIÓN Y MANTENIMIENTO DE CEPAS *Pleurotus*.

ANEXO E2. PRODUCCION DE LAS SEMILLAS DE *Pleurotus*.

ANEXO E3. PREPARACIÓN DEL SUSTRATO

ANEXO E4. CULTIVO EN BOLSAS

RESUMEN

El presente trabajo tuvo como finalidad estudiar la obtención y fructificación de setas de *Pleurotus ostreatus* y *Pleurotus pulmonarius* utilizando como sustrato los desechos agroindustriales provenientes de la empresa PROVEFRUT S.A. Los micelios fueron inoculados en frascos de vidrio que contenían granos de trigo, los mismos que constituyeron la semilla. Posteriormente se colocaron los sustratos previamente humedecidos y esterilizados en bolsas de plástico, para inmediatamente añadir la semilla y evaluar cada tratamiento. No todos los sustratos ensayados fueron apropiados para la fructificación de *Pleurotus ostreatus* y *Pleurotus pulmonarius*, la fructificación sólo se obtuvo utilizando como sustratos tallos de brócoli, coliflor y romanesco; en el sustrato hojas de coliflor no se obtuvo resultado alguno con las dos cepas. El cultivo y los análisis estadísticos dieron como resultado unos valores óptimos de rendimiento 28,45%, eficiencia biológica 105,26% y precocidad de 19 días, que nos da un tiempo de cultivo de 29 días en el tratamiento **a₀b₀** (*Pleurotus ostreatus* var. *florida* -**Tallos de brócoli**).

Se presenta el cálculo de dos ecuaciones equivalentes a la velocidad de crecimiento de setas obtenidas del mejor tratamiento, en este cálculo se demuestra la capacidad máxima de crecimiento del carpóforo de las setas *Pleurotus ostreatus* que son 81,4mm para setas grandes y 50,0mm para setas pequeñas en diez días de crecimiento. Las setas provenientes del mejor tratamiento fueron congeladas según la tecnología IQF (Individual Quick Freezing), donde en una serie de operaciones fueron acondicionadas y congeladas para posteriormente ser almacenadas en cámaras de frío a una temperatura de -18°C, la eficiencia de conservación de este método fue comprobada a través de un análisis microbiológico con placas 3M, donde se evidenció la eficacia del método al mantener e incluso bajar la carga microbiana.

La calidad nutricional de las setas *Pleurotus ostreatus* provenientes del sustrato de tallos de brócoli fue evaluada luego de realizado un análisis proximal y de aminoácidos en el INIAP, donde se muestra la calidad proteica de las setas secas y la posición de este mismo parámetro en base húmeda, siendo superior a algunas hortalizas e inferior a la

carne en el momento de compararse. La capacidad de cubrir las necesidades nutricionales diarias fueron evaluadas a través de un computo químico en base al patrón que la FAO-OMS publicó en 1985 y 2001, que establece la cantidad de aminoácidos esenciales que se necesita ingerir para cubrir las necesidades de energía diarias, de acuerdo a este análisis el *Pleurotus ostreatus* producido en el sustrato de tallos de brócoli tiene 2 aminoácidos no limitantes en niños y adultos respectivamente los demás son limitantes.

Para evaluar la aceptabilidad de setas cosechadas y procesadas se realizó un análisis sensorial que permitió saber que los catadores sometidos a la prueba tienen igual preferencia para esta seta en comparación con Champiñón y Shiitake. Por último el análisis económico para una determinada capacidad de producción muestra que para un precio de \$2,25 por 500gr de setas *Pleurotus ostreatus* congeladas se tiene una rentabilidad del proyecto del 35.58% y un punto de equilibrio de 35,15%.

CAPÍTULO 1

EL PROBLEMA

1.1 TEMA

“UTILIZACIÓN DE RESIDUOS DE BRÓCOLI (*Brassica olerácea Itálica*), COLIFLOR (*Brassica olerácea*) Y ROMANESCO (*Brassica olerácea. Botrytis.*) GENERADOS EN LA EMPRESA PROVEFRUT S.A. PARA LA PRODUCCIÓN DE SETAS DE *Pleurotus*”

1.2 PLANTEAMIENTO DEL PROBLEMA

La posible utilización como sustrato para la producción de hongos comestibles de los desechos vegetales generados en el proceso productivo de la empresa PROVEFRUT S.A.

1.2.1 Contextualización

1.2.1.1 Contexto macro

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 justifican 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; Stamets, 2000).

El consumo per cápita de los hongos se incrementa anualmente de una manera sostenida, llegando en algunos países a 2,5 - 3 kg anuales por persona (Jablonsky y Sasek, 1997).

El *Pleurotus* en forma de *Pleurotus ostreatus* ha sido consumido desde la antigüedad en diversas regiones de Europa, pero su cultivo comercial comenzó al final de la Segunda Guerra Mundial. Delmas (1984) indica que un método industrial de cultivo de esta

especie sobre paja de trigo apareció por primera vez en 1945. La producción de este hongo, apreciado tanto por sus cualidades gustativas como por su potencial en la medicina tradicional asiática, ha aumentado enormemente en los últimos años hasta convertirse en una de las variedades de hongos comestibles más cultivada en el mundo.

1.2.1.2 Contexto meso

El desarrollo de la producción industrial de hongos es especialmente importante para América Latina, incluyendo Venezuela, ya que la creciente demanda de consumo por parte de la población en algunos casos no puede ser satisfecha por la producción doméstica, teniendo muchas veces que acudir a la importación del champiñón, *Agaricus bisporus* (J. Lge) Imbach. También la producción de hongos representa una alternativa para el desarrollo de nuevas áreas de producción, con un impacto benéfico en el crecimiento económico. Por otra parte, la producción de hongos 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 (Guzmán *et al.*, 1993).

Según Sánchez (2001) el cultivo de *Pleurotus* adquiere cada vez más interés en los países de América. No existen estadísticas oficiales al respecto, sin embargo, se puede anotar que es cultivado en Cuba, Colombia, Guatemala, Venezuela y Brasil. Por otra parte, se sabe que ha habido intentos por desarrollarlo o que existen pequeñas empresas de producción variable en El Salvador, Perú, Ecuador y en general en aquellos países donde se cultiva *Agaricus bisporus* (Argentina, Costa Rica). Dada la extrema facilidad para cultivar este género, es previsible que su producción se siga incrementando en los años venideros y que se inicie en otros países no citados ahora; sin embargo, la falta de una tradición por el consumo de los hongos comestibles en esas naciones probablemente hará que este incremento sea lento.

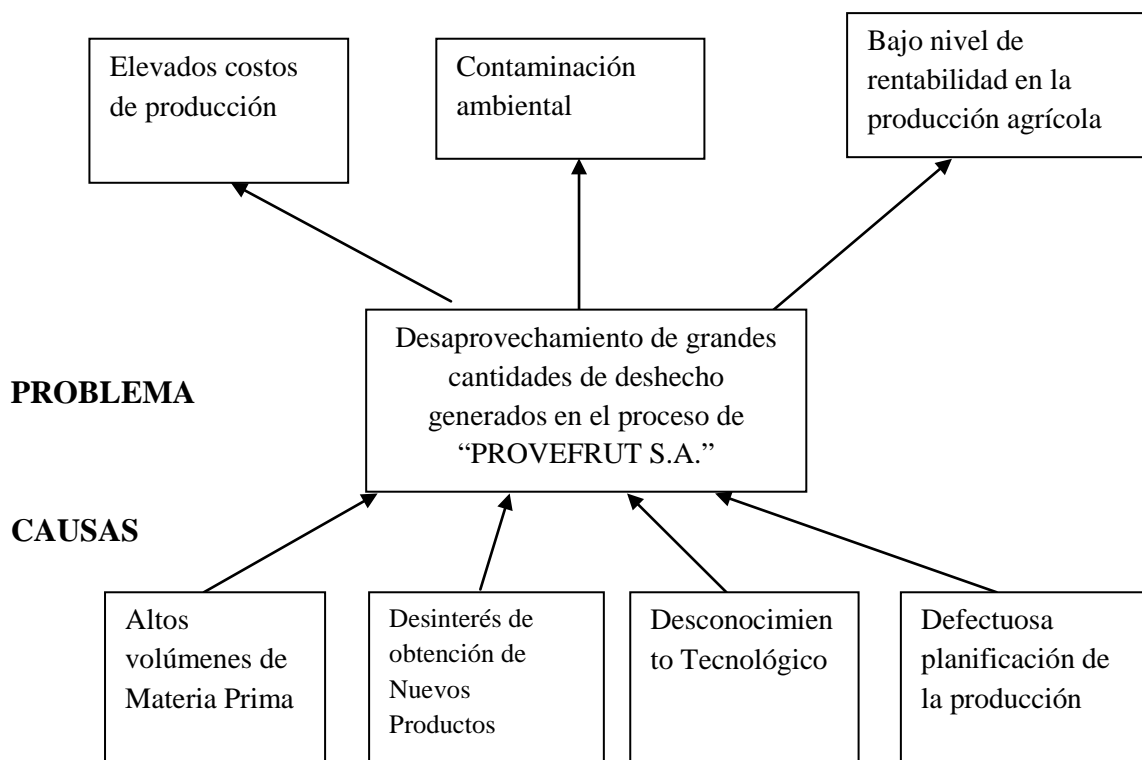
1.2.1.3 Contexto micro

En Ecuador actualmente no existe un porcentaje significativo de personas que conozcan esta variedad de hongos, es por eso que con el presente estudio se busca dar a conocer al consumidor las cualidades nutritivas y medicinales que este hongo posee. Se debe considerar que el país está en una región del mundo con gran potencial para el cultivo de las especies comestibles de hongos, debido a la gran variedad de residuos que se generan en los diferentes cultivos agrícolas e industrias (Torrez 2003). En este caso se pretende trabajar con los desechos de brócoli, coliflor y romanesco que se generan en la empresa PROVEFRUT S.A

1.2.2 Análisis crítico

1.2.2.1 Árbol del Problema

EFFECTOS



1.2.2.2 Relación causa – efecto

La empresa PROVEFRUT S.A procesa diferentes productos de los cuales se obtiene un gran porcentaje de residuos, que al no ser aprovechados representan un problema para la empresa. Esto conlleva al encarecimiento de los costos de producción, además que su disposición final implica problemas de carácter ambiental.

Es por ello que se vio la necesidad de que la empresa impulse el proyecto sobre la base de la utilización de dichos desechos para la obtención de un nuevo producto (hongos comestibles).

1.2.3 Prognosis

Si no se llega a culminar el presente trabajo de investigación y al no dar a conocer a la empresa “PROVEFRUT S.A.” los beneficios de la producción de hongos comestibles utilizando los residuos que en ella se generan, las consecuencias que traería serían las siguientes:

- Mal manejo de residuos generados durante la producción.
- Baja productividad.
- Contaminación del medio ambiente.
- No se obtendría un nuevo producto para la empresa.

1.2.4 Formulación del problema

¿Es posible la utilización de residuos de brócoli, coliflor o romanesco de la empresa PROVEFRUT S.A. para la producción de hongos comestibles?

Variable independiente

Metodología de utilización de los residuos de brócoli, coliflor y romanesco como sustratos.

Variable Dependiente

Obtención de setas de *Pleurotus*

1.2.5 Interrogantes (subproblemas)

¿Es posible utilizar los residuos de brócoli, coliflor o romanesco generados en la empresa PROVEFRUT S.A. para la producción setas de hongos *Pleurotus*?

¿Cuál será la velocidad de crecimiento de los carpóforos de las setas provenientes del mejor tratamiento?

¿Cuál será la composición proximal y de aminoácidos de las setas *Pleurotus* provenientes del mejor tratamiento?

¿Cuál es la aceptabilidad de las setas cosechadas y procesadas con la tecnología de congelado rápido proveniente del mejor tratamiento mediante análisis sensorial?

¿Cómo se analiza un estudio económico de la producción de setas *Pleurotus* producción del mejor tratamiento?

1.2.6 Delimitación

Campo: Investigación, Alimenticio.

Área: Agroindustrial

Sub área: Biotecnológica

Aspecto: Fermentación sólida

Temporal: Septiembre 2008 – Febrero 2009

Espacial: El desarrollo experimental se realizará en los laboratorios de la Facultad de Ciencia e Ingeniería en Alimentos, el laboratorio de la Unidad Operativa de Investigación en Tecnología de Alimentos (UOITA) y las instalaciones de la empresa PROVEFRUT S.A. panamericana norte Km.11, Guaytacama, Cantón Latacunga provincia de Cotopaxi.

1.3 JUSTIFICACION

Los hongos son un alimento excelente, de agradable textura y sabor. El cultivo de hongos comestibles representa una de las formas más eficientes de conversión de desechos vegetales en alimento. Los hongos poseen el doble del contenido de proteínas que los vegetales, y disponen de nueve aminoácidos esenciales. Así mismo poseen alta cantidad de minerales (superando a la carne de muchos pescados), bajo contenido de calorías y carbohidratos. Una parte de estos hongos ha sido utilizada con fines medicinales ya que se caracterizan por poseer conocidas y reportadas propiedades para el control del colesterol en la sangre, producir antioxidantes, fortalecer el sistema inmunológico etc. (Torres, 2003)

En Latinoamérica los hongos son apetecidos por su excelente sabor en platos de comida gourmet, se ha observado que este producto moviliza cientos de millones de dólares y promueve la creación de varios puestos de trabajo para la población (Cabrera, 1998).

El Ecuador tiene gran potencial para el cultivo de las especies de hongos comestibles, por la gran variedad de climas que posee y la gran diversidad de residuos orgánicos que se genera en los diferentes cultivos agrícolas e industrias. Debido a esto un gran punto que se está explorando en la actualidad es el aprovechamiento de residuos de cultivos agroindustriales los cuales pueden ser enfocados en cultivos de hongos comestibles (Stamets, 2000)

La empresa PROVEFRUT S.A produce procesa y exporta frutas y hortalizas en la provincia de Cotopaxi, su labor social en la localidad es muy reconocida en el Ecuador, su labor industrial es muy reconocida en el mundo. Los directivos y accionistas de la empresa se encuentran muy interesados en la producción proceso y exportación de hongos comestibles, para que de esta manera se pueda iniciar la producción a gran escala de hongos exóticos en el país y así ayudar a remediar los problemas de baja producción agrícola que caracteriza que conllevamos y también alivianar de alguna manera la crisis alimentaria que el planeta enfrenta.

1.4 OBJETIVOS

1.4.1 Objetivo general

- Utilizar los residuos de brócoli, coliflor y romanesco generados en la empresa PROVEFRUT S.A. para la producción setas de hongos *Pleurotus*.

1.4.2 Objetivos específicos:

- Aprovechar los residuos de brócoli, coliflor y romanesco provenientes de la Empresa PROVEFRUT S.A. para producir setas de *Pleurotus*.
- Determinar la velocidad de crecimiento de los carpóforos de las setas provenientes del mejor tratamiento.
- Aplicar la tecnología de congelado rápido en el procesamiento de las setas generadas del mejor tratamiento.
- Realizar análisis proximal y de aminoácidos de las setas *Pleurotus* provenientes del mejor tratamiento.
- Determinar la aceptabilidad de las setas cosechadas y procesadas con la tecnología de congelado rápido proveniente del mejor tratamiento mediante análisis sensorial.
- Efectuar un análisis económico de la producción de setas *Pleurotus* provenientes de mejor tratamiento.

CAPÍTULO 2

MARCO TEORICO

2.1 ANTECEDENTES INVESTIGATIVOS

2.1.1 SUSTRATOS

Las nuevas exigencias y oportunidades en los mercados alimentarios, las tendencias de producción con el mínimo desperdicio en todas las actividades tecnológicas del nuevo orden mundial y el cada vez más importante reclamo de la humanidad por el cuidado del medio ambiente, colocan en un plano prioritario la preocupación por la utilización de los residuos agroindustriales (Álvarez 2003).

En general, *Pleurotus ostreatus* se cultiva en materiales lignocelulósicos, los cuales constituyen los compuestos orgánicos más abundantes del planeta, producidos fundamentalmente por las plantas; lo más común es que se cultiven en residuos agrícolas ricos en estos compuestos y en residuos forestales. Es bastante larga la lista de materiales que se pueden emplear como sustrato básico para la producción de *Pleurotus ostreatus* (Hincapié 1993).

Una de las razones del incremento en la popularidad de las especies de *Pleurotus* es la habilidad de este hongo para crecer en una amplia variedad de materias primas agrícolas. En el Trópico, el hongo ostra, o setas, como se le llama también en México, puede ser producido sobre una mezcla de aserrín y salvado de arroz, salvado y rastrojo de arroz, aserrín y hojas de guaje *Leucaena* spp. y otras combinaciones de materiales tropicales como olote de maíz, cáscara de semilla y ramas de algodón, bagazo y hojas de caña, tallos y hojas de maíz, pastos, cáscara de arroz, lirio acuático, entre otros (Quimio, 1986, Quimio *et al.*, 1990). Muchos otros sustratos pueden ser utilizados, dependiendo de su disponibilidad en cada región.

2.1.1.1 Brócoli

Brécol o Brócoli es una planta hortícola, variedad de la col. El brócoli es una mata ramificada de unos 60 cm de altura con hojas grandes y tallos gruesos. Las flores carnosas de colores púrpura y blanco se reúnen en una inflorescencia, situada al final del tallo principal, que es la que se utiliza para el consumo (infoagro. com).

Imagen 1. Brócoli (*Brassica oleracea itálica*)



Fuente: Enciclopedia Encarta 2007

De acuerdo con Alvear (2004) 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 cultivo congelado bajo el sistema IQF. El 99.9% de la superficie sembrada se localiza en la Sierra.

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.

En el negocio del brócoli están involucradas 20 mil personas y cinco empresas (Provefrut, Ecofroz, IQF, Valley Foods y Pilvicsa) dedicadas al procesamiento y exportación del producto; cuatro de ellas trabajan con brócoli congelado y sólo una con brócoli fresco. Por medio de dichas empresas están asociados al gremio 300 productores que trabajan con las procesadoras bajo la figura de agricultura por contrato. (Instituto Nacional de Investigaciones Agropecuarias)

El brócoli de Ecuador se produce básicamente en tres provincias de la sierra: *Cotopaxi, Pichincha e Imbabura*, a una altura entre los 2600 y hasta los 3300 metros sobre el nivel del mar. La cantidad de brillo solar que recibe el cultivo durante muchas horas al día hace que el producto tenga un tono muy verde y un florete compacto que permite realizar cortes especiales de gran aceptación en los mercados de Europa y Japón (Instituto Nacional de Investigaciones Agropecuarias).

Es importante destacar que el 68% de la producción de brócoli se encuentra en la provincia de Cotopaxi, habiéndose obtenido en el período del censo, cerca de 33000 toneladas, siendo la producción total del país de 48682 toneladas métricas. En esta provincia se registró el rendimiento más alto, siendo el mismo de 23.5 toneladas/ha, pero también es importante mencionar que en dicha provincia, se registró solamente un 50% de las ventas, indicando dicho guarismo que es importante la producción para autoconsumo y/o consumo del ganado (PROYECTO SICA www.sica.gov.ec 2004).

2.1.1.2 Coliflor

La Coliflor es una variedad de col perteneciente a la familia de las *Crucíferas*. La única parte de la planta que se consume es el capítulo floral o inflorescencia deformada. En el Ecuador las coliflores son sembradas en agosto con el fin de que proporcionen la primera cosecha del verano siguiente, deben protegerse en cajoneras frías durante el invierno. Para obtener coliflores de primera calidad, el suelo debe ser rico y estar bien trabajado (infoagro.com).

Imagen 2. Coliflor (*Brassica oleracea*)



Fuente: Enciclopedia Encarta

El grueso tallo floral de la coliflor forma el corazón comestible de esta planta. Deriva de formas silvestres de col, y está emparentada con el brécol y otras variedades de este grupo de plantas. Prefiere una exposición soleada y un suelo abonado y bien drenado. La planta está compuesta por una cabeza blanca, denominada masa, que es la única parte comestible, rodeada de gruesas hojas verdes. Su tamaño puede alcanzar los 30 centímetros de diámetro y puede llegar a pesar más de 2 kilogramos (Kolar 2000).

El color de la masa puede ser blanco amarillento, verde o violeta según la variedad cultivada. El principal componente de la coliflor es el agua y es un alimento de escaso aporte calórico ya que presenta un bajo contenido de hidratos de carbono, proteínas y grasas (Suslow 2007). Sin embargo es buena fuente de fibra, vitamina C, folatos y minerales, sobre todo potasio. Como propiedades más destacables es indicada en casos de obesidad, diabetes, afecciones renales puesto que es diurética y depurativa. Eficaz antioxidante. Las últimas investigaciones apuntan su utilidad en la prevención de la formación de tumores (Cantwell 2007).

Una cabeza firme y compacta de inflorescencias blancas a blanco-cremoso rodeadas por una corona de hojas verdes, turgentes y bien cortadas. Entre los índices de calidad se encuentran el tamaño, la ausencia de amarillamiento debido a la exposición al sol, la ausencia de defectos debidos al manejo y pudriciones, y la ausencia de granulosidad (Cantwell 2007).

2.1.1.3 Romanesco

El romanesco es una hortaliza de reciente introducción al país, de forma, color y sabor más atractivo que el de las coles, así como con aumentadas ventajas nutricionales y medicinales. Este cultivo pertenece a la familia de las brásicas, cuyo nombre científico es *Brassica Oleracea variedad botrytis*

Imagen 3. Romanesco (*Brassica oleracea botrytis*)



Fuente: www.ubcbotanicalgarden.org/potd/romanesco1024.jpg

En la actualidad, tanto en Latinoamérica como a nivel mundial está comercializándose la *variedad Verónica F1*, ya que posee mejores características organolépticas (olor, sabor, textura), uniformidad y rendimiento por hectárea (7.2 toneladas) que otros ejemplares, explica Aspuaca (2000). En Europa las tres cuartas partes de dicha producción se destinan a la industria del congelado y el resto se divide entre el consumo en fresco, y su procesamiento para hacer conservas y especias, o para incluirlo en sopas instantáneas o platos precocinados.

Los primeros indicios de comercialización de romanesco a gran escala datan de 1986, en las subastas de Holanda, donde vulgarmente se le denomina "Coliflor de Torres Verdes", con alusión a su característica forma de inflorescencia. En esos países la producción se comercializaba en fresco. A raíz de que el cultivo se ha trasladado a los países mediterráneos (Italia, España), se destinó a comercializar las dos opciones, fresco de exportación a los países del norte de Europa e industria congeladora también de exportación (Calderón 2006).

El cultivo en Europa se realiza en la Bretaña francesa, al sur de Inglaterra, en Italia y España. Se estima una superficie de cultivo total de 2.250 hectáreas, de las cuales 800 se cultivan en España y de ellas el 80% en la zona mediterránea (Valencia y Murcia) con destino mayoritario a la exportación en fresco.

La ventaja de incluir romanesco en la dieta alimentaria es que cada 100 gramos del mismo le aportarán calcio (22 gramos), fósforo (72 microgramos), vitamina B1 (110 miligramos), vitamina B2 (100 miligramos), vitamina C (69 miligramos) y fibra (2 gramos), además de ácido fólico, proteína vegetal y abundantes compuestos anticancerosos, antioxidantes y estrogénicos, que contribuyen a prevenir cánceres, diabetes, y otros padecimientos de salud (Calderón 2006).

2.1.2 SETAS

2.1.2.1 Generalidades

Los hongos son definidos como “macrofungos con un cuerpo fructífero distintivo que puede ser tanto epigeo (que crece sobre tierra) como hipogeo (que crece bajo tierra)” (Chang y Miles, 1992).

Los hongos pertenecen al reino Fungi debido a las características fúngicas únicas que los diferencia de los animales y las plantas. A diferencia de las plantas verdes los hongos son heterótrofos al igual que los animales, porque no son capaces de fabricar sus alimentos. Sin embargo, los hongos no introducen la comida en su cuerpo.

Los hongos absorben los nutrientes a través de las hifas. Estas crecen sobre el alimento, por ejemplo, una fruta podrida, como si fueran pequeñas raicillas que, poco a poco, van penetrando en ella. Después, el hongo produce unas sustancias, llamadas enzimas, que digieren la fruta, es decir, la descomponen (la dividen) en sustancias muy pequeñas que pueden ser absorbidas.

Algunos hongos son saprofitos, pues se alimentan de organismos muertos o de restos de animales o plantas. Estos hongos descomponen los restos vegetales y animales en trocitos más pequeños que pueden absorber. Por esta razón, reciben también el nombre

de descomponedores, porque descomponen la materia orgánica y liberan elementos minerales que pueden ser utilizados por las plantas.

2.1.2.2 Reproducción y Ciclo de vida de los hongos.

De acuerdo con Chang, S. y col (1978) al igual que todas las plantas, el micelio da un fruto que es el hongo o seta y al igual que todos los frutos también tiene las semillas necesarias para la reproducción llamadas esporas. Estas esporas, son microscópicas, y cada hongo produce millones de ellas ya que es muy difícil encontrar las condiciones adecuadas para la germinación. Tienen que transformarse, el micelio primario de un sexo, que necesita otro micelio primario del sexo contrario para dar lugar al micelio definitivo que pueda ser capaz de nutrirse y desarrollarse. Todo esto es muy difícil en la naturaleza con semillas tan diminutas, por lo tanto los hongos producen millones de esporas de las cuales solo fructifican unas pocas.

Las esporas son lanzadas al exterior al abrirse el píleo para la propagación de la especie. La espora es transportada por el viento y depositada en un lugar favorable con condiciones adecuadas, permitiendo que la espora germine, formando un largo filamento de células vivas, denominado hifa. La hifa crece a partir de su extremo permitiéndole deslizarse hacia delante. El material vegetal encontrado en su camino es descompuesto por medio de enzimas liberadas hacia el exterior de la hifa. Los nutrientes liberados son absorbidos y utilizados para sustentar el crecimiento y la fructificación (Pire 2001)

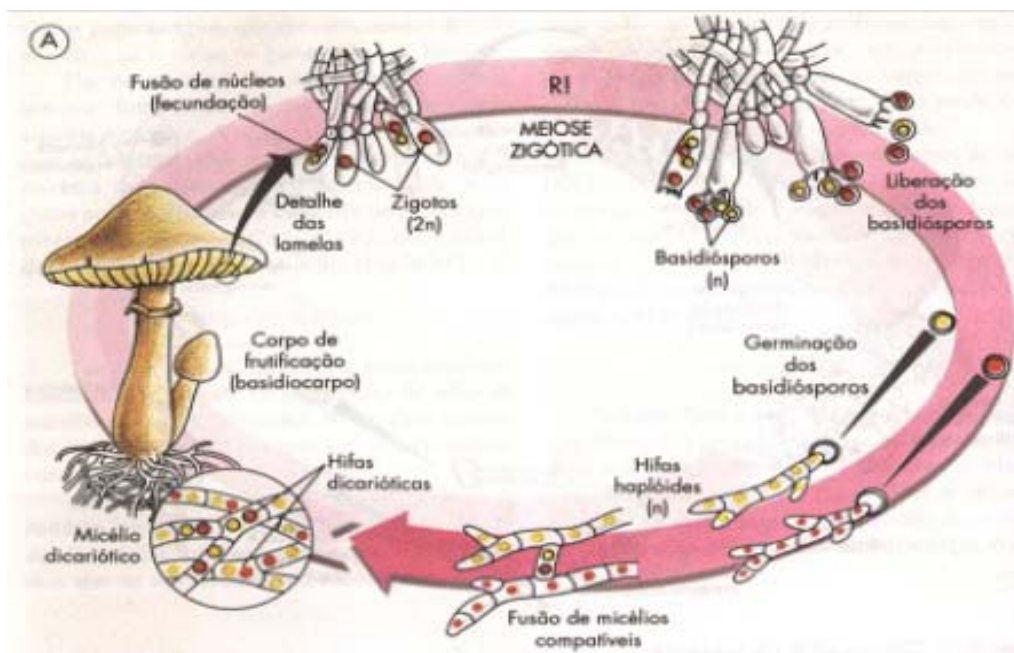
De esta manera, cualquier alimento encontrado es eficientemente recogido y la colonia se expande para localizar nuevas fuentes de alimento (Solomon 1996). La reiterada ramificación y el crecimiento de las hifas forman la extensa red de células llamada micelio que es la parte vegetativa del organismo fúngico, el cuerpo viviente del hongo. A la intemperie, los micelios de la seta pueden observarse a menudo creciendo bajo la corteza suelta que queda sobre los árboles caídos o sobre pilas de hojas donde aparece como un crecimiento piloso de color blanco (Pire 2001)

En el caso de los Basidiomycetes los cuerpos fructíferos contienen en la zona himenial láminas, poros o tubos en donde se encuentran los basidios. Los basidios son células

especializadas en forma de bolsa, en cuyo extremo se desarrollan exteriormente 4 esporas o basidiosporas. En la mayoría de setas se forman cientos de miles de basidios que producirán millones de esporas que son liberadas una vez que han madurado y posteriormente serán esparcidas en el viento (Navarro 2005)

Existe gran diferencia entre los ciclos de vida según los diferentes grupos de hongos. Los hay desde algunos sumamente complicados por la necesidad de varios hospederos como es el caso de los hongos parásitos, hasta los más sencillos como es el caso del ciclo de vida de las setas o champiñones. A continuación se muestra el ciclo de vida de las setas.

Imagen 4. Ciclo de vida de las setas



Fuente: Navarro, 2005

Cuando las condiciones son las adecuadas, el micelio forma los primordios que son etapas tempranas de desarrollo de los cuerpos fructíferos (fase reproductiva), los cuales están envueltos por una membrana o velo universal que cubre totalmente el cuerpo fructífero, protegiéndolo. Cuando éste crece, la membrana se rompe y forma las escamas y la volva. El himenóforo o parte fértil también se encuentra cubierto por una membrana, llamada velo parcial, que se rompe y da origen al anillo. Cuando el cuerpo fructífero madura, dispersa las esporas y muere.

2.1.2.3 Hongos Comestibles

Los hongos alimenticios son consumidos en gran parte del mundo, como un alimento rico en proteínas, que aporta además minerales y vitaminas y posee agradable sabor y aspecto. En el Ecuador donde no existe la tradición de su cultivo, representan una nueva opción alimenticia (debido a las ventajas que los mismos presentan); resultante de una industria no contaminante del medio ambiente, que se basa en la utilización de residuos agrícolas y que tiene bajos requerimientos técnicos y de materiales constructivos; lo que la hace una producción barata.

Un estudio realizado por la FAO afirma que el cultivo de hongos comestibles representaría un enorme potencial en algunos países de latinoamérica, debido a su riqueza micológica y edafoclimática. En México, por ejemplo, la producción de hongos comestibles es, sin duda alguna, una alternativa potencial para obtener alimentos de consumo humano de alta calidad nutricional, buscando subsanar la demanda de alimentos con nuevos productos, bajo un sistema de producción sustentable en áreas pequeñas, en grandes cantidades, a bajo costo y a corto plazo. Este sistema alternativo ayuda a mejorar la dieta y la salud humana, ya que los hongos contienen propiedades nutraceuticas, además de aprovechar los residuos agropecuarios y agroindustriales, transformándolos, a través de procesos biotecnológicos, en un alimento realmente nutritivo y, además, económicamente viable, por ser una actividad que ofrece ingresos adicionales a las familias dedicadas a su recolección o cultivo.

2.1.2.4 Genero *Pleurotus*

Pleurotus es el género de hongos de incorporación histórica más reciente a la relación de cultivos de basidiomacromicetos de importancia industrial. Citado por primera vez en los años veinte del siglo pasado, su cultivo está implantado actualmente en numerosos países y por todos los continentes. A lo largo de la última década, y con unas cantidades anuales en torno a los 850 millones de kg, el cultivo de *Pleurotus* spp. está firmemente situado en el tercer lugar de la producción mundial de hongos, tras el cultivo de *Agaricus* spp. y *Lentinula edodes* (Chang, 1996). En España, el cultivo comenzó hace apenas quince años y desde su aparición no ha dejado de evolucionar en sentido ascendente.

Actualmente, el cultivo de este género disputa con *L. edodes* el segundo lugar en producción mundial, solo después de *A. bisporus*. Este hecho no tiene precedentes en el cultivo de hongos y no resulta fácil encontrar otro ejemplo similar entre los productos alimenticios naturalmente cultivados. La razón de este crecimiento es que las especies de este género tienen una calidad organoléptica excelente, crecen sobre una gran diversidad de sustratos en un amplio rango de temperaturas, son fáciles de cultivar, además de que para la instauración de naves para su cultivo se precisa poco capital inicial. En efecto, el hecho de que para la preparación del sustrato no se requiera un proceso de composteo complejo y prolongado, ni de la aplicación de tierra de cobertura al final del crecimiento micelial como lo demanda el champiñón, o que tampoco necesite una fase de oscurecimiento ni de inmersión en agua como en el caso del Shiitake, hacen que su cultivo sea tal vez el más sencillo de todos los macromicetos conocidos (Pardo, 1999).

La producción industrial de *Pleurotus* spp. tiene planteados, de manera permanente, importantes retos como son, entre otros, disponer de micelios comerciales de calidad y regularidad contrastadas y, sobre todo, obtener sustratos de cultivo por medio de técnicas precisas que garanticen, en el mejor grado posible, la productividad y el costo económico de los mismos (Muez y Pardo, 2002).

2.1.2.4.1 Taxonomía y morfología

Cuadro 1. Clasificación Científica del *Pleurotus ostreatus*

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

FUENTE: Enciclopedia ENCARTA.htm.

Entre las numerosas especies existentes, las más conocidas son *ostreatus*, *sajor-caju*, *florida*, *cornucopiae*, *eryngii*, *tuber regium*, *pulmonaris*, y *djamour* (Mendoza & Díaz 1981).

Pleurotus es un hongo saprofítico o parásito débil, descomponedor de madera; crece abundantemente sobre aliso, balsa y arce, principalmente en los valles de los ríos. La palabra *pleurotus* viene del griego “pleuro”, que significa formado lateralmente o en posición lateral, refiriéndose a la posición del estípite respecto al píleo; *ostreatus* en latín quiere decir en forma de ostra y en este caso se refiere a la apariencia y al color del cuerpo fructífero (Stamets & Chilton 1983).

Pleurotus ostreatus es un típico hongo agarical; a menudo se encuentra recubierto de una capa miceliar en la base (Mendoza & Díaz 1981) y presenta carne delgada y blanca; al principio el píleo tiene forma de lengua y cuando madura adquiere forma de concha; las láminas son blancas o de color crema, en las cuales se disponen los basidios no tabicados con cuatro basidiosporas blanquecina.

El píleo, donde se encuentran las laminillas, es excéntrico cuando crece en superficies verticales y es central cuando crece en camas, de superficie lisa y brillante, y un poco viscosa en tiempo húmedo (Cadavid & Cardona 1996); el estípite es corto y excéntrico; las lamelas son blancas, decurrentes y espaciadas ampliamente; las esporas en masa son blanquecinas o de color gris-blanquecino. Posee regularmente de 4 a 13 cm de diámetro, aunque ocasionalmente puede presentar tamaños mayores de acuerdo a las condiciones de fructificación; la superficie superior presenta color variable según la intensidad de la luz, con tonos entre blanquecinos, grises o azulados, según sea la iluminación; su margen es suave, delgado, ondulado y ocasionalmente enrollado.

Presenta pie corto de 2 a 3 cm de longitud por 1 a 2 cm de grueso, y fibras de color crema claro (Stamets & Chilton 1983).

2.1.2.5 Fases de crecimiento de un hongo.

El crecimiento de un hongo varía según si se da en un medio líquido o en un medio sólido. En medio líquido crece solo sobre la superficie cuando el líquido está en reposo; pero si el medio es permanentemente agitado, pueden crecer en todo el volumen. Según las condiciones, el hongo puede o no formar pequeñas esferas de micelio denominadas “pelotitas”. En medio líquido agitado, los hongos suelen presentar un desarrollo típico, similar al presentado por otros organismos, y que consta de las siguientes fases: latencia, exponencial, declinación, estacionaria y muerte. Cuando el crecimiento de un hongo se da en un medio sólido en lugar de fase exponencial se presenta una fase de crecimiento mas o menos lineal (Lilly y Barnett, 1951).

2.1.2.5.1 La fase de latencia

Esta fase se presenta inmediatamente después de que el hongo ha sido inoculado en un medio apropiado para su crecimiento. Es una etapa de adaptación en la que no hay crecimiento aparente, sino mas bien síntesis de los componentes celulares necesarios para iniciar la elongación celular. Si el hongo fue dañado durante la siembra, en esta etapa de latencia sintetizará pared celular y preparará puntos de crecimiento. La duración de la fase de latencia es muy variable y depende del tipo y del estado fisiológico del hongo, así como del tipo de substrato y de las condiciones de cultivo. La fase de latencia se minimiza o aun puede ser suprimida si un hongo es reinoculado, a partir de una colonia que crece en fase exponencial, a otro medio de características similares (composición, pH, temperatura). La fase de latencia puede sin embargo presentarse aún en estas condiciones si el hongo es maltratado durante la siembra (Cardona & Bedoya 1996).

2.1.2.5.2 La fase exponencial

Esta fase es alcanzada cuando un hongo crece en medio líquido, después de que se ha adaptado al medio de cultivo y está en capacidad de aprovechar al máximo las condiciones que éste le ofrece. Durante esta etapa el hongo alcanzará la tasa de

crecimiento máxima que el substrato sobre el que crece le permite. Cuando los hongos filamentosos crecen en medio sólido no presentan una fase exponencial o no la mantienen por largo tiempo, sino mas bien presentan una fase de crecimiento lineal. La tasa de crecimiento es una característica muy importante de cada hongo, que varía con las condiciones del medio y que sirve para hacer comparaciones o predicciones sobre el comportamiento entre cepas o substratos diferentes. Las adiciones de nutrientes o complementos al substrato tiene en muchos casos como consecuencia un mejoramiento de la tasa de crecimiento (Koch, 1975).

2.1.2.5.3 La fructificación

Cuando el micelio ha crecido suficientemente sobre el substrato y las condiciones del medio ambiente lo permiten (temperatura, luz, humedad relativa, cantidad de oxígeno y gravedad), las hifas se agregan para formar cuerpos fructíferos, también denominados basidiocarpos o carpóforos, cuya función específica es producir y diseminar esporas. Los mecanismos que dirigen y regulan la formación de cuerpos fructíferos no son conocidos en la actualidad y resultan aún difíciles de explicar; sin embargo es claro que su desarrollo requiere de una modificación del comportamiento normal, invasivo del micelio vegetativo, por otro en el cual las hifas no tengan un crecimiento divergente, sino que converjan para formar un órgano diferenciado (Moore, 1995).

2.1.2.5.4 La fase de declinación

Esta fase se presenta cuando la acumulación de los desechos del metabolismo del hongo alcanzan niveles que se vuelven limitantes para el crecimiento o porque alguno de los nutrientes escasea o se termina. En estas condiciones la tasa de crecimiento máxima no puede ser mantenida y empieza generalmente a disminuir de manera paulatina. La importancia de esta disminución depende de la importancia de los factores o nutrientes agotados o acumulados.

La declinación es una fase propicia para que aparezcan mutaciones celulares porque, sobretudo en cultivos puros, se disminuye la presión de selección. Dadas las

condiciones adversas del medio durante la declinación, es relativamente frecuente que un organismo pierda algunas capacidades o modifique otras por mutación. Esto explica por qué la resiembra continua o sistemática de un organismo en un medio de cultivo, sobre todo sintético, puede conducir rápidamente al agotamiento de la cepa o a la pérdida de la misma (Moore, 1995).

2.1.2.5.5 La fase estacionaria y la muerte

La fase estacionaria es el punto en el cual el crecimiento cesa, aunque todavía prevalece un metabolismo celular de mantenimiento. Durante esta etapa aún hay consumo de glucosa y otros nutrientes. El hongo en esta fase es aún capaz de reiniciar crecimiento si es sembrado en un medio propicio, aunque tendrá un período de latencia más o menos largo según las condiciones. Durante la fase estacionaria empiezan a aparecer diversos tipos de enzimas autolíticas que conducen a la muerte del hongo.

2.1.2.6 Factores que afectan el crecimiento y la fructificación de hongos del género Pleurotus.

El desarrollo de los hongos se ve afectado por varios factores. A continuación se comentan los más importantes:

2.1.2.6.1 La temperatura

La temperatura afecta el metabolismo de las células. Influye tanto en la capacidad enzimática del organismo, como en la fluidez de los lípidos de la membrana celular. La sensibilidad a la temperatura no solo varía entre cepas sino también para una misma cepa según su etapa de desarrollo. Según Zadrazil (1974) es posible y aún frecuente que un hongo tenga una temperatura óptima de germinación y que ésta sea diferente de su temperatura óptima de crecimiento micelial o de su temperatura óptima de fructificación.

Pleurotus es un género de hongo cuyo micelio puede crecer en un rango amplio de temperaturas. Las especies *P. ostreatus*, *P. eryngii* y *P. cornucopiae*, crecen en un rango

entre 0 y 35°C con temperaturas óptimas de 30°C para la primera y de 25°C para las dos últimas. Estas especies pueden soportar 40°C durante 24 horas (pero no 72 h) y después reiniciar su crecimiento. Por regla general, las temperaturas óptimas para la fructificación de las especies de *Pleurotus* son ligeramente inferiores que las temperaturas óptimas para crecimiento micelial (Zadrazil 1974)

Los rangos de temperatura mencionados deben ser considerados solo como indicativos, ya que dentro de una misma especie puede haber grandes variaciones entre cepas. De hecho, actualmente es posible hacer mejoramiento genético para desarrollar cepas que crezcan a temperatura diferentes de la óptimas de sus progenitores (Labarere, 1993).

2.1.2.6.2 El pH

El potencial de hidrógeno del medio de cultivo donde crece un hongo tiene una influencia directa sobre éste, porque incide sobre el carácter iónico del medio e influye directamente sobre las proteínas de la membrana y sobre la actividad de las enzimas ligadas a la pared celular; es decir, afecta directamente su metabolismo.

Si el pH del substrato donde crece un hongo no es el adecuado, aunque las condiciones de temperatura y nutrientes sean óptimos, el crecimiento se verá afectado. Por otra parte, el valor del pH del medio es alterado por el crecimiento del hongo. Las fuentes de nitrógeno producen cambios importantes en el valor del pH del medio, de tal manera que las sales de amonio ocasionan que el medio en el que crece una cepa de *Pleurotus* que degrada amonio se acidifique y que las sales de nitrato lo vuelvan alcalino Rajarathnam y Bano (1989)

Para el crecimiento de *Pleurotus* se han citado rangos de crecimiento entre 4 y 7 de pH. Con un óptimo entre 5 y 6. Este valor sin embargo suele variar entre cepas y especies. Así, Zadrazil (1974) cita que los substratos ácidos (pH 4) inhiben el desarrollo de *P. ostreatus* y *P. eryngii* y que estos hongos encuentran un pH óptimo en un rango entre 5.5 y 6.5. Rajarathnam y Bano (1989), citan valores de 6.5-7.0 para especies como *P.*

djamor, *P. pulmonarius*, y *P. eous*, mientras que Srivastava y Bano (1970), indican que *P. djamor* puede crecer entre valores de pH de 4 y 9 con un óptimo en 5.5

Dado que la mayoría de los contaminantes que se encuentran durante el proceso de cultivo son más sensibles a los valores altos de pH que las especies de *Pleurotus*, actualmente al preparar el substrato se prefieren valores más elevados que los señalados como óptimos. Esto deriva de los resultados obtenidos por diversos investigadores, entre ellos Stölzer y Grabbe (1991).

2.1.2.6.3 El sustrato

Un sustrato es conveniente para el crecimiento de un hongo, si contiene todos los requerimientos nutritivos en cantidad suficiente para que éste sintetice sus metabolitos y tome de él la energía que requiere. Dado que no existen estudios que definan los requerimientos mínimos para el crecimiento en medio sólido y la fructificación de las especies de *Pleurotus*, los conocimientos que se tienen sobre este aspecto derivan de estudios en medio líquido o en sustratos sólidos de composición compleja. En estos estudios se ha podido observar que los requerimientos pueden variar según los nutrientes presentes en el medio y que el tipo o la concentración óptima de un sustrato varía si otros nutrimentos o factores (temperatura, pH) se encuentran en condiciones subóptimas (Srivastava y Bano 1970)

2.1.2.6.3.1 Carbono

El carbono es necesario para los hongos porque es la fuente directa de energía para su metabolismo; así mismo, es necesario para la formación de las diferentes partes y estructuras celulares. Dada la importancia que tiene para la vida de la célula, este elemento es el que requiere en mayores cantidades. El carbono puede ser utilizado por el hongo a partir de diferentes fuentes como polímeros, carbohidratos, lípidos, etc.

Polímeros

La mayoría de los basidiomicetos son considerados “degradadores de madera” porque son capaces de crecer sobre la biomasa proveniente de las plantas leñosas. Las especies de *Pleurotus* son consideradas de pudrición blanca porque son capaces de degradar materiales ricos en lignina, celulosa y hemicelulosa. Platt *et al.* (1981) observaron que el contenido de lignina de rastrojo de algodón fue disminuído por *Pleurotus* sp. en un 70% en 21 días. Por su parte, Zadrazil (1974), observó que después de cosechar los cuerpos fructíferos de *P. ostreatus*, las cantidades finales de holocelulosa, celulosa y lignina se reducían en un 80% y concluyó diciendo que todos los materiales que contengan celulosa y lignina (con excepción de los tóxicos y con metales pesados), pobres en nitrógeno pueden ser usados como sustratos para *Pleurotus* spp.

Azúcares

Los carbohidratos se encuentran entre las fuentes de carbono preferidas por las especies de *Pleurotus*. Según Raypeck (1977), La glucosa, la manosa y la galactosa son buenos sustratos para esta especie, mientras que la xilosa y la arabinosa producen un crecimiento deficiente. Srivastava y Bano (1970), indican que *P. djamor* tiene buen crecimiento en presencia de manosa, fructosa y glucosa.

Lípidos

La adición de aceites vegetales tiene un efecto benéfico para el crecimiento micelial del *P. ostreatus*. Los productos de la hidrólisis de aceites (glicerol, ácidos grasos y saponinas) deprimen el crecimiento, pero la adición de triglicéridos y metil ésteres de ácidos grasos generalmente promueven el crecimiento. El incremento en el crecimiento aumenta conforme aumenta el número de carbonos en los ácidos grasos C4-C14 y disminuye ligeramente entre C14 y C18. Al utilizar ácidos C18, el crecimiento aumenta con el grado de insaturación, siendo el ácido linoléico el mejor ácido de este grupo (Kurtzman 1974 y 1976)

2.1.2.6.3.2 Nitrógeno

Los sustratos sobre los que suelen fructificar las especies de *Pleurotus* pueden contener valores bajos de nitrógeno por lo que se ha llegado a pensar que este género es capaz de fijar nitrógeno atmosférico. Sin que esto haya sido demostrado, sí es notorio que la concentración en nitrógeno en el cuerpo fructífero en algunos casos es mayor que

la del substrato sobre el cual crece. Las especies de *Pleurotus* tienen la capacidad de crecer sobre fuentes inorgánicas de nitrógeno, como el nitrato de potasio o la urea, aunque se observa que prefieren las fuentes orgánicas para un crecimiento óptimo. Así, Hong en 1978, indicó que la peptona es un fuente de nitrógeno que da un rápido crecimiento micelial y formación de cuerpos fructíferos, aunque la alanina, el ácido aspártico, la glicina y la serina, dan rendimientos pobres.

Las fuentes inorgánicas agregadas a la peptona, como el sulfato y el tartrato de amonio, o varios amino ácidos como la D, Lalanina, la L-leucina, el ácido glutámico o la lisina producen incrementos en el rendimiento entre 10 y 25%. Más tarde, Khanna y Garcha (1985), encontraron que la peptona beneficia el crecimiento de *P. pulmonarius* y *P. ostreatus* y que los nitratos de sodio y potasio son una buena fuente para *P. pulmonarius*, *P. ostreatus*, y *P. sapidus*. Voltz (1972) determinó que el citrato de amonio era una buena fuente para *P. ostreatus* y Rajarathnam y Bano (1986) indicaron que los ácidos orgánicos son nutrientes que no confieren ninguna ventaja para la explotación industrial de las especies de *Pleurotus*.

2.1.2.6.3.3 Minerales

Desde 1943 Treschow al trabajar con *Agaricus bisporus* llegó a la conclusión de que tanto éste como otros hongos y levadura no son capaces de crecer en ausencia de calcio y que este mineral es requerido en mayores cantidades por sus efectos protectores y antagonistas con respecto de otros minerales como K o Mg. Estudios posteriores han confirmado esta aseveración. Así por ejemplo, Srivastava y Bano en 1970 obtuvieron los rendimientos más altos para el cultivo líquido de *Pleurotus djamor* cuando usaron concentraciones de 0.22, 0.28, 0.98 y 0.049 mg/l de fósforo, potasio, calcio y magnesio respectivamente. Por su parte, Manu-Tawiah y Martin (1987) llegaron a la conclusión de que *P. ostreatus* crece mejor cuando hay KH_2PO_4 presente en el medio y que sus requerimientos en magnesio son tan bajos que pudieron ser suministrados por el substrato que ellos utilizaron (turba hidrolizada). Por aparte, Kurtzman y Zadrazil reportaron que el cloruro de sodio no tiene efecto significativo sobre *P. ostreatus*, aunque sí un muy ligero efecto en el crecimiento de *P. sapidus*.

2.1.2.6.3.4 Vitaminas

Hashimoto y Takahashi (1976) indicaron que *P. ostreatus* requiere tiamina para su crecimiento en una concentración óptima de 100 mg/l y que cuando tal vitamina está presente, ninguna otra es necesaria. Hong (1978), indicó que la concentración de 50 mg/l provoca un excelente crecimiento tanto del micelio como de los cuerpos fructíferos y que el ácido indolacético y la citosina causan en esta especie un mejor crecimiento micelial pero que no tienen influencia sobre el rendimiento. Por su parte Jandaik y Kapoor (1975), determinaron que para la especie *P. pulmonarius* la tiamina y la biotina son indispensables.

2.1.2.6.4 La humedad en el substrato

El contenido de humedad influye directamente sobre el desarrollo de los hongos porque afecta la disponibilidad de nutrientes. Así, los contenidos de humedad inferiores al 50% no serán propicios y una humedad superior al 80% tendrá un efecto negativo en el crecimiento de *Pleurotus*. El contenido óptimo de humedad depende no solo de la especie de hongo que se cultiva, sino también del tipo de substrato utilizado. En efecto, cada substrato tiene una capacidad de retención de agua diferente y esto hace que la humedad óptima para el crecimiento sea diferente; por ejemplo, Alba (1994) demostró que la capacidad de retención de la madera de cacao *Theobroma cacao* y del yaite *Glycine maxima* eran diferentes por lo que una misma cepa de *Cookeina sulcipes* crecía de manera óptima con humedades diferentes sobre cada uno de esos dos substratos. Rajarathnam y Bano (1989) indicaron que las especies *P. cornucopiae*, *P. ostreatus* y *P. eyngii* tienen una relación óptima rastrojo de trigo: agua de 1:4.4.

2.1.2.6.5 La humedad del aire

Este es un factor de suma importancia para la adecuada fructificación de las especies de *Pleurotus*. Dado que los cuerpos fructíferos están formados por un alto contenido de agua y su estructura hifal no les permite retener la humedad en condiciones adversas, un balance adecuado entre la humedad ambiental y el contenido de humedad del hongo es necesario. Debido a esto, la humedad relativa del ambiente donde crece el hongo debe

ser suficiente para evitar que tanto el sustrato como los cuerpos fructíferos se deshidraten. En general, los hongos son muy susceptibles a las variaciones en la humedad relativa. Así por ejemplo, Cailleux *et al.* (1976), indicaron que la humedad adecuada para el desarrollo de *P. eryngii* era de 85-95%, mientras que Block *et al.* (1959) indicaron que la humedad óptima para la fructificación de *P. ostreatus* era de 85%.

2.1.2.6.6 Tamaño de partícula del sustrato

El tamaño de partícula afecta el crecimiento y la fructificación porque se relaciona con la accesibilidad a los nutrientes, al agua y al aire por parte de las hifas del hongo. Los tamaños de partícula muy pequeños dificultan la aireación necesaria para la respiración y los tamaños muy grandes son inadecuados porque dificultan la compactación del sustrato y el acceso del hongo a los nutrientes. Rajarathnam y Bano (1989), recomiendan tamaños de partícula de 2-3 cm cuando se usa rastrojo de arroz para el cultivo de especies de *Pleurotus*.

2.1.2.6.7 La aireación

El oxígeno es un elemento de gran importancia para el crecimiento de los basidiomicetos porque son organismos aerobios. Estos organismos presentan requerimientos de oxígeno diferentes según el estado fisiológico en que se encuentren. Para el caso de *Pleurotus* spp., se ha notado que la concentración alta en CO₂ estimula la germinación de las esporas y el crecimiento micelial pero inhibe la fructificación. Según Zadrazil, (1974), la estimulación varía según las especies; por ejemplo: *P. ostreatus* obtiene una máxima estimulación de su crecimiento micelial cuando el aire contiene 28% de CO₂, mientras que *P. eryngii* lo obtiene con 22%. Por su parte Kamra y Zadrazil (1986), señalaron que la pérdida de materia orgánica y la deslignificación del sustrato son mayores cuando se da en una atmósfera con 100% de oxígeno y que la concentración de CO₂ las influencia negativamente. Estos mismos autores señalaron que, durante su experimento en matraces, la formación de primordios se dio a los 8-10 días después de la inoculación solo cuando se mantuvo un flujo continuo de aire de 30 l/h; que cuando la aireación forzada se detuvo la fructificación se pospuso de 1 a dos días y

que no se dio en absoluto cuando los matraces se ventilaron solo 2 veces al día. La fructificación suele darse en condiciones normales cuando se tiene un 20% de oxígeno y una concentración de CO₂ no mayor de 800 ppm en el ambiente que circunda al hongo.

2.1.2.6.8 La luz

Según Eger (1974), *P. ostreatus* no puede fructificar en oscuridad continua. Para poder hacerlo requiere ser expuesto a longitudes de onda inferiores a 600 nm, sin embargo la sensibilidad tanto de la cantidad como de la calidad de la luz depende de las especies.

Esta misma autora indicó que la sensibilidad a la luz es máxima desde momentos previos hasta horas después de que el micelio ha colonizado el sustrato. Por su parte Zadrazil (1986), encontraron que una exposición diaria de 20 minutos a la luz es suficiente para que *P. pulmonarius* fructifique.

2.1.2.7 Contenido nutricional

La composición química de *P. ostreatus* es muy variable y depende de la edad y la especie; la variabilidad es ocasionada por diferencias en el contenido de humedad, la temperatura y la presencia de nutrientes (Steineck 1987).

Según Shu-Ting (1998), las setas en general poseen un alto contenido de humedad, entre 87 y 93% según las condiciones de manejo al momento de la cosecha; Stamest & Chilton (1983) le asignan 91% de humedad y reportan un contenido de proteína de 30,4% del peso seco.

Pleurotus ostreatus contiene la mayoría de los aminoácidos esenciales y minerales; contiene vitaminas como la tiamina (B1), riboflavina (B2), ácido ascórbico, ácido nicotínico y ácido pantoténico; ácido fólico, tocoferol, pirodoxina, cobalamina y provitaminas como la ergosterina y carotenos (Hincapié 1993).

Los valores nutricionales de 22 especies de hongos comestibles silvestres de Tailandia, entre los que se incluye *P. ostreatus*, muestran que la mayoría de los hongos frescos

contienen de 2 a 4% de proteína en base húmeda, ubicándose en los extremos *Termitomyces* sp. con un valor de 6,27% y *Auricularia politricha* con 0,77% (Sunanta *et al.* 1986). Kalberer & Kunsch (1974) consideran que cerca del 40% de los aminoácidos totales de *P. ostreatus* corresponde a aminoácidos esenciales.

Por su parte, Crisan & Sands (1978), citados por Miles & Shu-Ting (1997), realizaron un perfil de aminoácidos a una serie grande de hongos entre los que se encuentra *P. ostreatus*, a partir de varias fuentes bibliográficas; estos autores concluyeron que las setas contienen todos los aminoácidos esenciales que comprenden del 25 al 40% del total.

El contenido de proteína de *P. ostreatus* se relaciona significativamente con el contenido de nitrógeno del sustrato; los minerales se concentran fuertemente en los cuerpos fructíferos. Por ejemplo, el potasio 3,2 veces, el sodio 1,64, el fósforo 1,7 y el cadmio 2,75, en comparación con la concentración de estos minerales en el sustrato (Kawai *et al.* 1994).

2.1.2.8 Beneficios

Los hongos resultan muy beneficiosos para los seres humanos. Algunos se utilizan como alimento, como los champiñones y muchas otras setas. 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 antiolesterol (Stamets, 2000).

El consumo per cápita de los hongos se incrementa anualmente de una manera sostenida, llegando en algunos países a 2,5 - 3 kg por persona (Jablonsky y Sasek, 1997).

El desarrollo de la producción industrial de hongos es especialmente importante para América Latina (Guzmán *et al.*, 1993), incluyendo Venezuela, ya que la creciente demanda de consumo por parte de la población en algunos casos no puede ser satisfecha

por la producción doméstica, teniendo muchas veces que acudir a la importación del champiñón, *Agaricus bisporus* (J. Lge).

También la producción de hongos representa una alternativa para el desarrollo de nuevas áreas de producción, con un impacto benéfico en el crecimiento económico. Por otra parte, la producción de hongos 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.

Los hongos comestibles colaboran al enriquecimiento de los sustratos vegetales haciendo asequibles los hidratos de carbono, albúminas, fermentos, vitaminas y elementos minerales, ya que en el proceso de su crecimiento el hongo degrada la lignina y la celulosa. Otro de los rasgos importantes del cultivo de hongos comestibles, es la posibilidad de la posterior utilización del sustrato como abono orgánico, debido a que el micelio es fuente de fitohormonas y otras sustancias biológicamente activas.

Entre los hongos cultivados, las especies del género *Pleurotus*, también conocidas como hongos ostras, han sido seleccionadas por la facilidad de cultivo, y por la gran disponibilidad de sustratos para el crecimiento. *Pleurotus* se caracteriza por presentar un gran sombrero carnoso, con forma de abanico semicircular, con un pie (estípe) excéntrico y de diferentes colores: blanco, gris, azulado o café; presencia de laminillas blancas a amarillas, gruesas y descendentes por el pie. Se han descrito 20 especies de *Pleurotus*, siendo las más cultivadas *P. ostreatus*, *P. abalonus*, *P. cornucopiae*, *P. eryngii*, *P. opuntiae*, *P. ostreatus* y *P. pulmonarius*. (MushWorld, 2005).

Los hongos cultivados contienen entre 30 y 50 por ciento de proteína aprovechable en peso seco, en comparación con algunos vegetales, que solamente tienen entre el 7,3 y el 13,2 por ciento, con excepción de la soya, que posee un 39,1 por ciento. La leche, carne y huevos, contienen del 25 al 90 por ciento de proteínas. Sin embargo, el nivel de aminoácidos esenciales en los hongos comestibles es alto. Si se revisa el valor nutricional de otros alimentos, tales como el espárrago, la col, la naranja, la manzana, se observa que, en el caso de los primeros dos, los hongos duplican el valor nutricional, mientras que para los otros dos, los triplica. (Muñoz, C. y col. 1996)

2.1.2.9 Producción mundial

El cultivo de *Pleurotus* pertenece al siglo 20. A pesar de ser relativamente reciente, ha tenido un desarrollo muy rápido, de tal manera que en la actualidad se cultiva en casi todas las latitudes del mundo. Su caso merece una atención especial: más que cualquier otro de los géneros cultivados hasta ahora, debido a la diversidad de sustratos sobre los que es capaz de crecer, permite apreciar de manera directa el impacto benéfico de cultivar hongos para el aprovechamiento de desechos agropecuarios. A pesar de haber sido cultivado comercialmente por menos de 30 años, *Pleurotus* spp. Se ha destacado por una rápida aceptación en el mercado y un crecimiento igualmente rápido de la agroindustria relacionada. Actualmente, el cultivo de este género disputa con *L. edodes* el segundo lugar en producción mundial, solo después de *A. bisporus*. Este hecho no tiene precedentes en el cultivo de hongos y no resulta fácil encontrar otro ejemplo similar entre los productos alimenticios naturalmente cultivados (Pardo, 1999).

Aunque el champiñón, comprende más de la mitad de la producción mundial de hongos comestibles, las setas especiales como shiitake, *Lentinula edodes*, el hongo de la paja, *Volvarellia volvaceae*, el hongo ostra, *Pleurotus* spp., y enokitake u hongo pata de cabra, *Flammulina velutipes*, están aumentando su popularidad, y su participación en el mercado mundial puede depender de su productividad en los sustratos de cultivo (Breene 1990).

A principios de los años 90, *P. ostreatus* ocupaba el segundo puesto entre los hongos más cultivados en el mundo (Shu-Ting 1991); cinco años después, el 24% de la producción de hongos comestibles en el mundo correspondía a *P. ostreatus* y otras especies relacionadas (Matsumoto 1996). Según Miles & Shu-Ting (1997), la producción total de *Pleurotus* spp. en la última década del siglo XX fue mayor a 250000 toneladas.

De todos los países hispanohablantes, España es el mayor productor de *Pleurotus* spp. En 1998 este país produjo aproximadamente 11,640 ton (alrededor del 1.5% del total mundial), lo que representó cerca de tres veces la producción total de todas las demás

naciones americanas, incluyendo Estados Unidos, Canadá, México y Brasil (Pardo, 1999).

2.2 FUNDAMENTACION FILOSOFICA

La presente investigación se basa en el paradigma naturalista, (Infoagro 2008); La producción mundial de hongos representa en la actualidad cerca de 6'160.800 toneladas métricas por año. Con un crecimiento sostenido cercano al 5% por año. El hongo más consumido sigue siendo el Champiñón común (*Agaricus*), pero seguido de cerca por el Shiitake (*Lentinula edodes*) y el hongo Ostra (*Pleurotus*) (Guzmán, G. y col., 1993).

De acuerdo Zanetti, A. y col. (1996), *Pleurotus* es cultivado a nivel mundial en muchos residuales agroindustriales, como residuales del sorgo, trigo, cáscaras de arroz, cáscaras de soya, pericarpio de café, residuos de caña de azúcar y papa.

La producción de hongos comestibles del género *Pleurotus* en el mundo, ha tenido un crecimiento vertiginoso en los últimos años. Para el período comprendido entre 1986 y 1990, el incremento de la producción fue de 473,9%. De 1989 al 1990, la producción fue de 909.000 toneladas, es decir el 24,10% de la producción total de hongos comestibles. *Pleurotus* es el segundo hongo comestible más cultivado en el mundo.

Con la aprobación de la nueva Carta Magna (Constitución 2008) en la República del Ecuador destaca la llamada “soberanía alimentaria”, en base a este fundamento se podría considerar el aprovechar la producción citada por los autores descritos anteriormente en busca de productos que dispongan de alto valor nutritivo con el fin de que la gente los acoja, los considere en su dieta y de esta manera fomentar la cultura de consumo de hongos comestibles.

2.3 FUNDAMENTACION LEGAL

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

AMBITO DE APLICACION

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.

2.3.2 ACUERDO MINISTERIAL N-º 177

EL MINISTRO DE AGRICULTURA Y GANADERÍA

El presente acuerdo Ministerial es una reglamentación que tiene como finalidad garantizar la calidad del producto, normar el funcionamiento de las certificadoras que operan en el país y señalar las competencias institucionales que tienen que ver con la actividad agropecuaria orgánica.

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

2.4 CATEGORIAS FUNDAMENTALES

2.4.1 Marco conceptual: Variable independiente

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 o no una cantidad de agua libre. El sustrato sin embargo, necesita contener cierta humedad, la cual existe en forma absorbida dentro de la matriz sólida.

2.4.2 Marco conceptual: Variable dependiente

La producción de hongos comestibles del género *Pleurotus* en el mundo, ha tenido un crecimiento vertiginoso en los últimos años. Para el período comprendido entre 1986 y 1990, el incremento de la producción fue de 473,9%. De 1989 al 1990, la producción fue de 909.000 toneladas, es decir el 24,10% de la producción total de hongos comestibles. *Pleurotus* es el segundo hongo comestible más cultivado en el mundo.

La empresa PROVEFRUT genera diariamente grandes cantidades de desperdicios, es por eso que se ha visto la necesidad de realizar un estudio para poder determinar si estos pueden ser utilizados y aprovechados para la obtención de un nuevo producto.

2.5 HIPOTESIS

H0: Se puede utilizar desechos de brócoli, coliflor o romanesco generados durante la producción en la empresa PROVEFRUT S.A. para la producción de hongos del género *Pleurotus*.

H1: No se puede utilizar desechos de brócoli, coliflor o romanesco para la producción de *Pleurotus*.

2.6 SEÑALAMIENTO DE VARIABLES

2.6.1 Variables independientes

- Composición de sustratos preparados con residuos de brócoli, coliflor y romanesco generados en la empresa PROVEFRUT S.A.
- Cepas de hongos

2.6.2 Variable dependiente

- Rendimiento en la obtención de setas *Pleurotus*.

CAPÍTULO 3

METODOLOGÍA

3.1 MODALIDAD BASICA DE LA INVESTIGACIÓN

Durante este estudio se aplicó la Investigación Bibliográfica – Experimental ya que se trabajó en el lugar en el que se realizó el proceso productivo, en este caso la empresa PROVEFRUT S.A., es decir se mantiene contacto con la realidad de la actividad productiva para así poder tener la seguridad de la eficiencia del proyecto que se va a realizar.

3.1.1 Diseño experimental

Para el diseño experimental se aplicó el diseño A x B con tres réplicas, variando solamente el tipo de sustrato y la cepa del hongo, para ello se utilizó un total de 24 biorreactores, el peso de cada uno es de 2 kg. Se consideraron las siguientes variables de estudio:

Variables	Niveles
A: Sustrato	a0: Tallos de Brócoli a1: Tallos de Coliflor a2: Tallos de Romanesco a3: Hojas de Coliflor
B: Cepa	b0: Cepa A (<i>Pleurotus ostreatus var. florida</i>) b1: Cepa B (<i>Pleurotus pulmonarius</i>).

3.1.2 MÉTODO

3.1.2.1 Conservación del inóculo.

Con el fin de conservar la cepa de este tipo de hongos, se realizó la siembra de *Pleurotus* en cajas petri utilizando para ello Agar Patata Dextrosa (PDA), entonces se procedió a cortar una pequeña cantidad del hongo y depositarlo en el centro de la caja, la incubación se realizó a temperaturas de 24 a 28 °C, por un período de dos semanas, finalmente esperó que la caja esté totalmente cubierta por el hongo.

3.1.2.2 Preparación del inóculo.

- La preparación del inóculo se realizó con granos de trigo, previamente el grano se limpió para que esté libre de impurezas.
- El trigo fue remojado en agua durante 24 horas.
- Los granos se sumergieron en una solución de Benomyl al 0,02% por 10 minutos, se escurrió el agua y se enjuagó con abundante agua.
- Se llenaron los frascos de vidrio con el trigo luego se escurrió la mayor cantidad de agua posible, para poder evitar que el grano se cocine y cause una contaminación.
- Se realizó una esterilización a una temperatura de 121 °C por 20 minutos en un autoclave.
- Se dejó enfriar los frascos dentro del autoclave para evitar la contaminación.
- Se tomó una parte del hongo de la caja petri y se lo colocó en cada uno de los frascos.
- Para la incubación se dejó los frascos en un armario a oscuridad por 15 a 26 días, a la temperatura de 20 a 28 °C, finalmente el micelio colonizó totalmente.

3.1.2.3 Preparación del sustrato para la siembra.

- Se lavó el sustrato de brócoli con abundante agua, para evitar posibles contaminaciones.
- Se trituraron los tallos de los desechos, para ello se utilizó una licuadora industrial.

- Se escurrió el sustrato y se dejó secar al sol hasta una humedad bajo el 15%.
- Se esterilizó a 121 °C durante 2 horas.
- Se mezcló homogéneamente con el inóculo en una proporción entre el 3 y el 5% del peso del sustrato.
- Se colocó la mezcla en los biorreactores que consisten en fundas plásticas de 2kg aproximadamente.

3.1.2.4 Incubación de los biorreactores

Los biorreactores se colocaron en una cámara de fermentación completamente desinfectada, la temperatura se mantuvo de 20 – 25 °C y a una humedad de 75-90% por alrededor de 12 días, que es el tiempo requerido para que la biomasa colonice completamente.

Al tercer día de incubación se realizaron perforaciones en las fundas con agujeros de 1 cm de diámetro separados por 5 cm cada uno para permitir el acceso al aire.

3.1.2.5 Formación de primordios

- Los biorreactores colonizados por el hongo, fueron expuestos a la luz.
- En el local de fermentación se conservó una humedad relativa media de 75-90%, la temperatura de 18 – 22 °C.
- Se realizaron varios procesos de ventilación con la finalidad de eliminar CO₂ que se produce en esta etapa del proceso.

3.1.2.6 Cosecha

- Las cosechas se realizaron cortando los racimos con un instrumento estéril y afilado.
- Se realizaron tres cosechas en cada parada.

3.2 NIVEL O TIPO DE INVESTIGACIÓN

El presente estudio requirió una investigación de tipo Bibliográfica – Experimental, los datos utilizados y procesados mediante el diseño experimental descrito, fueron obtenidos a través de la tecnología del cultivo de hongos comestibles publicados en documentos bibliográficos por diferentes autores e investigadores citados en el marco teórico.

3.3 POBLACION Y MUESTRA

3.3.1 Población

Los desechos industriales de Brócoli Coliflor y Romanesco producidos durante procesamiento en la Industria PROVEFRUT S. A.

3.3.2 Muestra

Se utilizó una muestra especificada en el diseño experimental diseñado de cada sustrato utilizando las cepas de *Pleurotus ostreatus var. florida* y *Pleurotus pulmonarius* disponibles en la laboratorio UOITA de la Universidad Técnica de Ambato.

3.4 OPERACIONALIZACION DE VARIABLES

3.4.1 Operacionalización de la variable independiente: Metodología de utilización de los residuos de brócoli, coliflor y romanesco.

Conceptualización	Categorías	Indicadores	Ítems Básicos	Técnicas e Instrumentos de recolección
Desechos de Brócoli:	Tallos de Brócoli	- 100% tallos brócoli como sustrato.	¿La aplicación de diferentes sustratos afecta directamente en la producción de setas de <i>Pleurotus</i> ?	<p>Análisis:</p> <ul style="list-style-type: none"> -Físicos -Químicos -Microbiológicos -Sensoriales
Desechos de Coliflor	Tallos de coliflor	-100% tallos de coliflor.		
Desechos de romanesco	Tallos de romanesco	-100% tallos de romanesco		
	Hojas de Coliflor	-100% hojas de coliflor		

Elaborador por: Elizabeth Heredia

3.4.2 Operacionalización de la variable dependiente: Producción de setas de *Pleurotus Ostreatus*

Conceptualización	Categorías	Indicadores	Ítems Básicos	Técnicas e Instrumentos de recolección
Producción de Setas <i>Pleurotus</i>	Utilización de diferentes Sustratos	-Eficiencia Biológica -Rendimiento -Tamaño del Basidioma	¿La utilización de sustratos diferentes afecta la producción de setas <i>Pleurotus</i> ?	Análisis Físicos

Elaborador por: Elizabeth Heredia

3.5 PLAN DE RECOLECCION DE INFORMACION

3.5.1 Recolección de Datos.

Para la recolección de los datos se registraron cifras provenientes del peso de las setas *Pleurotus* cosechadas en los diferentes tratamientos utilizando una balanza electrónica como instrumento de medición, el número de setas *Pleurotus* cosechadas en los diferentes tratamientos, tamaños de los carpóforos de las setas *Pleurotus* cosechadas en el mejor tratamiento (calibrador pie de rey) y la precocidad del cultivo en los diferentes tratamientos. Los datos fueron recolectados en base a tres cosechas de *Pleurotus*.

3.5.2 Respuestas experimentales

Los valores provenientes de las siguientes fórmulas fueron las respuestas experimentales utilizadas para el tratamiento estadístico de la investigación.

- 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.- Es 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

Se determinó la velocidad de crecimiento de las setas *Pleurotus*. provenientes del mejor tratamiento. La metodología que se utilizó fue medir el diámetro de los carpóforos durante 10 días consecutivos y a una hora establecida, dichos diámetros fueron expresados en mm/día. También se realizó un balance de materiales.

3.5.3.2 Aplicación de la tecnología de congelado IQF

Una vez obtenidas las setas *Pleurotus*. correspondientes al mejor tratamiento fueron sometidas a congelación rápida (IQF), esto se efectuó en la empresa PROVEFRUT S.A. para ello el producto pasó por las etapas que se describen a continuación:

Recepción

Luego de la cosecha, las setas fueron trasladadas inmediatamente al área de recepción de la empresa PROVEFRUT S. A. en donde se verificó que se encuentren en buen estado.

Selección

Durante esta etapa se eliminó las setas que no podían ingresar al proceso, por ejemplo si eran demasiado pequeñas o si presentaban alguna alteración, en esta operación también se controla la posible entrada de materiales extraños (basura, metales, insectos).

Enfriamiento 1

Las setas fueron llevadas a la cámara de enfriamiento que se encuentra a una temperatura de 4 a 6 °C, con la finalidad de pre-enfriar el producto y evitar la

reproducción de microorganismos causantes del deterioro por almacenamiento (mohos y levaduras).

Corte

Las setas se cortaron en trozos de aproximadamente 4 centímetros antes de ser sometidas al proceso, algunas de las setas no necesitaron ser cortadas ya que presentaron un tamaño ideal para ser congeladas en la línea.

Lavado

Las setas fueron colocadas en un tanque de circulación de agua clorada 5ppm con el fin de bajar la actividad de posibles microorganismos del producto, posteriormente pasa a través de una cinta transportadora que lleva el producto hacia las demás operaciones.

Tratamiento térmico

Las setas fueron sometidas al tratamiento de pre cocción con vapor de agua (blanching) que se encuentra a una temperatura de 88 ° a 92°C, si la temperatura es mayor de este valor, se corre el riesgo de tener un producto sobrecocinado, el tiempo establecido para esta operación fue de un minuto, esto se realiza para inactivar las enzimas del pardeamiento que pudieran afectar al producto durante su almacenamiento.

Pre Enfriamiento

Las setas fueron transportadas hacia un hidrocóoler que se encarga de enfriar el producto mediante duchas de agua fría que se encuentra a una temperatura de 10 °C, puesto que si dicha temperatura es mayor existe el riesgo de que al final del proceso se pueda obtener un producto descongelado. Además se debe tomar la temperatura del producto que debe estar en un rango de 11 a 13.

Congelación

En esta operación del proceso las setas son transportadas hacia un congelador (I.Q.F.) donde cada seta es congelada individualmente, la temperatura a la que ocurre la congelación es de $-32\text{ }^{\circ}\text{C}$ por un tiempo de 15 minutos, en los cuales el producto alcanza una temperatura de $-18\text{ }^{\circ}\text{C}$ en su centro geométrico.

Enfundado

Una vez congeladas las setas se enfundaron y sellaron en bolsas de polietileno con una capacidad de 1000g, las fundas fueron embaladas en cartón corrugado y selladas con cinta de embalar.

Almacenamiento

Finalmente el producto fue almacenado en una cámara que se encuentra una temperatura de $-22\text{ }^{\circ}\text{C}$ para que el producto se mantenga a $-18\text{ }^{\circ}\text{C}$.

3.5.3.3 Análisis Físico-Químicos.

Para este tipo de análisis se tomaron en cuenta el análisis proximal y el análisis de aminoácidos de las setas congeladas provenientes del mejor tratamiento, para esto se enviaron las muestras de las setas al Instituto Nacional de Investigaciones Agropecuarias “INIAP”.

3.5.3.4 Análisis Microbiológicos.

Los análisis microbiológicos que se les hizo a las setas provenientes del mejor tratamiento fueron:

- Recuento total

- Coliformes
- Mohos y levaduras

El medio de cultivo utilizado fue Petrifilm 3M en los tres casos. El método utilizado fue el descrito por la AOAC (2002).

3.5.3.5 Análisis Sensorial

Se realizó un análisis sensorial de las setas congeladas obtenidas del mejor tratamiento para determinar el grado de aceptación que estas tienen en cuanto a sus atributos sensoriales (color, olor, textura y aceptabilidad). Para ello se contó con la ayuda de 40 catadores semi-entrenados que calificaron las setas preparadas con sal y aceite de oliva y comparadas con otras 2 variedades comerciales diferentes de hongos comestibles

3.5.3.6 Análisis Económico

Con el objetivo de conocer el posible precio de este tipo de setas, se realizó un balance de materiales de la fabricación de setas *Pleurotus* obtenidas del mejor tratamiento y procesadas mediante la tecnología I.Q.F. y posteriormente un análisis económico de su producción.

CAPITULO 4

ANÁLISIS E INTERPRETACIÓN DE RESULTADOS

4.1 INTERPRETACIÓN DE DATOS

4.1.1 Precocidad de las setas *Pleurotus ostreatus var. florida* y *Pleurotus pulmonarius*

En la tabla A1 se reportan los valores de precocidad (días que transcurren desde la incubación hasta la aparición de los primeros primordios) de las setas en estudio, y al analizar los valores promedio se puede notar que los tratamientos que presentan una precocidad mayor son: tallos de coliflor-*Pleurotus ostreatus var. florida*, tallos de romanesco-*Pleurotus ostreatus var. florida* y tallos de romanesco-*Pleurotus pulmonarius* con una precocidad de 25 días, mientras que el tratamiento en el que se observó el apareamiento de los primeros primordios en el menor número de días es el tratamiento tallos de brócoli- *Pleurotus ostreatus var. florida* con una precocidad de 19 días.

En la Tabla B 1 se observa el análisis de varianza de precocidad de las setas *Pleurotus ostreatus var. florida* y *Pleurotus pulmonarius*. en los diferentes tratamientos, en la cual se identifica que existe diferencia mínima significativa para el factor A (sustrato), factor B (cepa) y para la interacción AB (sustrato – cepa).

Al aplicar la prueba de Tukey = α 0.05 para el factor A (Tabla B 2), se puede notar que el sustrato que presenta la mejor precocidad (días) es el de tallos de brócoli con un valor de 21,16 días, seguido por el de tallos de coliflor con 24,33 días y finalmente por el de tallos de romanesco que presenta una precocidad de 25,00 días.

También fue necesario aplicar una prueba Tukey = α 0.05 % para el factor B (Tabla B 3) en donde se puede notar que la cepa que presentó menor tiempo de precocidad es la de *Pleurotus ostreatus var. florida*. con un valor de 24,33 días, mientras que la cepa *Pleurotus pulmonarius* tuvo una precocidad de 25 días.

Analizando la prueba de Tukey $\alpha = 0,05$ de la interacción AB (sustrato – cepa) (Tabla B 4) se identifica que el tratamiento que presenta el promedio más bajo en cuanto a la precocidad (19 días) es el de tallos de brócoli – *Pleurotus ostreatus var. florida*, siendo

este el mejor tratamiento, seguido por el tratamiento a₀b₁ tallos de brócoli – *Pleurotus pulmonarius* con un promedio de 23 días.

Durante el período de incubación el sustrato debe proporcionar nutrientes específicos requeridos para que el micelio pueda colonizar adecuadamente. El mejor tratamiento en cuanto a precocidad se obtuvo en el tratamiento tallos de brócoli- *Pleurotus ostreatus* var. *florida* esto indica que al utilizar este sustrato el micelio halló los nutrientes necesarios para su crecimiento ya que contiene altas cantidades de celulosa (principal fuente de nutrición de las setas) y lignina que pueden ser aprovechadas por el hongo para su crecimiento. El valor de precocidad es bastante bueno, por ejemplo cuando se trabajó utilizando como sustrato raquis de banano se obtuvo una precocidad de 48 días Palacios (2007).

No todos los sustratos con los que se trabajó fueron adecuados para la producción de este tipo de hongos, en los tratamientos que se utilizó hojas de coliflor no se observó el crecimiento del micelio, esto se debe a la presencia de clorofila que se encuentra en las hojas y que no puede ser aprovechada por los hongos puesto que son saprófitos, es decir que se alimentan únicamente de materia muerta (MushWorld 2005). En un estudio para el aprovechamiento de residuos agroindustriales realizado por Vásconez y Col. (2004) se reporta que las hojas de remolacha, brócoli, coliflor contienen considerables cantidades de proteína en base seca, así mismo sabe que las hojas son pobres en material fibroso (lignina, celulosa, hemicelulosa) pero en cambio los tallos son ricos en ellos.

4.1.2 Peso de las setas *Pleurotus ostreatus* var. *florida* y *Pleurotus pulmonarius* de los diferentes tratamientos

En la tabla A 2 se pueden observar los pesos de las setas *Pleurotus ostreatus* var. *florida* y *Pleurotus pulmonarius* en los diferentes tratamientos durante la primera cosecha y se puede notar que el valor más bajo corresponde al tratamiento tallos de romanesco- *Pleurotus ostreatus* var. *florida* con un valor de 0.34 kg, mientras que el valor más alto pertenece al tratamiento tallos de brócoli-*Pleurotus ostreatus* var. *florida* en el que se obtuvo un peso de 0.56 kg.

En la tabla A3 se pueden observar los pesos de las setas *Pleurotus ostreatus var. florida* y *Pleurotus pulmonarius* para los diferentes tratamientos durante la segunda cosecha en donde se puede apreciar que el valor más bajo es de 0.027 kg tanto para el tratamiento tallos de coliflor- *Pleurotus ostreatus var. florida* como para el tratamiento tallos de romanesco- *Pleurotus ostreatus var. florida*, mientras que el valor más alto se obtuvo en el tratamiento tallos de brócoli-*Pleurotus ostreatus var. florida* con un valor de 0.040 kg.

En la tabla A4 se registran los pesos de las setas *Pleurotus ostreatus var. florida* y *Pleurotus pulmonarius* para los diferentes tratamientos durante la tercera cosecha. Esta vez el tratamiento que obtuvo el valor más bajo fue el de tallos de romanesco- *Pleurotus pulmonarius* con un valor de 0.06 kg, en tanto que el valor más alto corresponde a los tratamientos tallos de brócoli- *Pleurotus pulmonarius* y tallos de brócoli- *Pleurotus ostreatus var. florida* ya que en ambos se registró un valor de 0.011 kg.

En la tabla A5 se registran los pesos de las setas *Pleurotus ostreatus var. florida* y *Pleurotus pulmonarius* para los diferentes tratamientos durante las tres cosechas y los promedios de las mismas que van desde 0.38kg que corresponde al tratamiento tallos de romanesco- *Pleurotus pulmonarius* hasta 0.620 kg perteneciente al tratamiento tallos de brócoli-*Pleurotus ostreatus var. florida*.

Se puede notar un decremento significativo en cuanto al peso en la segunda y tercera cosecha, lo cual se debe a que los nutrientes y humedad del sustrato fueron absorbidos y aprovechados por los cuerpos fructíferos de la primera cosecha, debido a la gran cantidad de agua que este tipo de sustratos es capaz de absorber.

4.1.3 Número de setas cosechadas *Pleurotus ostreatus var. florida* y *Pleurotus pulmonarius* en los diferentes tratamientos

En la tabla A 6 se encuentra el número de setas obtenidas en los diferentes tratamientos en la primera cosecha, y se puede notar que las setas obtenidas presentan un valor mínimo de 11 setas en los tratamientos tallos de romanesco- *Pleurotus ostreatus var. florida* y tallos de romanesco- *Pleurotus pulmonarius* mientras que el tratamiento en el que se obtuvo el mayor número de setas es el de tallos de brócoli-*Pleurotus ostreatus var. florida*.

En la tabla A 7 se encuentra el número de setas obtenidas en los diferentes tratamientos en la segunda cosecha, se observa que el número de setas que se obtuvo en todos los *tratamientos* que se utilizó como sustrato tallos de coliflor y tallos de romanesco con las dos cepas en estudio es 3, mientras que para el tratamiento tallos de brócoli-*Pleurotus ostreatus var. florida* se obtuvieron 5 setas.

En la tabla A 8 se observa el número de setas obtenidas en la tercera cosecha en los diferentes tratamientos, se puede notar que en todos los sustratos utilizados se obtiene 1 seta, excepto en el tratamiento tallos de brócoli-*Pleurotus ostreatus var. florida* en donde se observó el crecimiento de 2 setas.

En la tabla A 9 se reporta el número de setas de las tres cosechas en los diferentes tratamientos, en los valores promedio se observa un valor mínimo de 15 setas cosechadas en el tratamiento tallos de romanesco - *Pleurotus ostreatus var. florida* y un valor máximo de 23 setas en el tratamiento tallos de brócoli - *Pleurotus ostreatus var. florida*.

Se puede notar que en la primera cosecha el número de setas es mucho mayor que en las segunda y tercera cosecha, debido a que en esta cosecha las setas absorben la gran mayoría de nutrientes y agua presentes en los sustratos, es por eso que se recomienda realizar una sola cosecha en caso de industrializarse.

4.1.4 Rendimiento de las setas *Pleurotus ostreatus var. florida* y *Pleurotus pulmonarius* durante la primera cosecha en los diferentes tratamientos

En la tabla A 10 se pueden observar los rendimientos (relación entre el peso fresco de la seta y peso del sustrato húmedo, expresado en porcentaje) de las setas *Pleurotus ostreatus var. florida* y *Pleurotus pulmonarius* para la primera cosecha. Se observa que el menor porcentaje de rendimiento corresponde al tratamiento tallos de romanesco-*Pleurotus ostreatus var. florida* con un valor de 17.30%, mientras que el valor más alto es el obtenido en el tratamiento tallos de brócoli-*Pleurotus ostreatus var. florida* que presentó un rendimiento de 28.45%

Se realizó un análisis de varianza (Tabla B 5, Anexo B) existe diferencia mínima significativa en el factor A (sustrato), por lo que fue necesario aplicar una prueba Tukey.

Se aplicó la prueba de de Tukey con un nivel de significancia de 0,05 % para el factor A (Tabla B 6, Anexo B), se establece que los promedios más altos corresponden al nivel a_0 Tallos de brócoli con un valor de rendimiento de 28,23 % y a_1 tallos de coliflor con un rendimiento promedio de 17,55 %.

4.1.5 Rendimiento de las setas *Pleurotus ostreatus* var. *florida* y *Pleurotus pulmonarius* durante la segunda cosecha en los diferentes tratamientos

En la tabla A 11 se pueden observar los rendimientos de las setas *Pleurotus ostreatus* var. *florida* y *Pleurotus pulmonarius* para la segunda cosecha. En donde el valor más bajo es de 1.33% que pertenece al tratamiento tallos de romanesco- *Pleurotus ostreatus* var. *florida* y el valor más alto corresponde al tratamiento tallos de brócoli-*Pleurotus ostreatus* var. *florida* cuyo rendimiento es de 1.98%

Se realizó un análisis de varianza de los rendimientos de la segunda cosecha de las setas (Tabla B 7, Anexo B), se indica que existe diferencia mínima significativa únicamente para el factor A (sustrato) por lo que fue necesario aplicar una prueba Tukey.

Al analizar el factor A (sustrato) con la prueba de Tukey $\alpha = 0,05$, se identifica que el mejor sustrato para la producción de setas *Pleurotus* es nuevamente el de Tallos de brócoli que corresponde al nivel a_0 con un valor de rendimiento de 1,80 % (Tabla B 8, Anexo B).

4.1.6 Rendimiento de las setas *Pleurotus ostreatus* var. *florida* y *Pleurotus pulmonarius* durante la tercera cosecha en los diferentes tratamientos

En la tabla A 12 se pueden observar los rendimientos de las setas *Pleurotus ostreatus* var. *florida* y *Pleurotus pulmonarius* para la tercera cosecha. Se observa un valor mínimo de 0.28% para el tratamiento tallos de romanesco- *Pleurotus pulmonarius* y un valor máximo de 0.57% correspondiente al tratamiento tallos de brócoli-*Pleurotus ostreatus* var. *florida*.

Al realizar el análisis de varianza para el rendimiento de la tercera cosecha (Tabla B 9), se observa que existe diferencia significativa en el factor A, correspondiente a la variable sustrato.

Aplicando la prueba de comparación Tukey con un nivel de significancia de 0,05 % para el factor A (Tabla B10, Anexo B), se identifica que el mejor sustrato para la producción de setas *Pleurotus* es el sustrato Tallos de brócoli correspondiente al nivel a_0 que presenta una media entre valores de rendimiento de 0,55 %.

4.1.7 Rendimiento de las setas *Pleurotus ostreatus* var. *florida* y *Pleurotus pulmonarius* durante lastres cosechas en los diferentes tratamientos

En la tabla A13 se muestran los rendimientos de las setas *Pleurotus ostreatus* var. *florida* y *Pleurotus pulmonarius* para los diferentes tratamientos durante las tres cosechas, y se observa que el tratamiento que obtiene el menor rendimiento es el de tallos de romanesco- *Pleurotus ostreatus* var. *florida* con un valor de 19.98%, mientras que en el tratamiento tallos de brócoli-*Pleurotus ostreatus* var. *florida* se obtuvo un valor de 31%

En la Tabla B 11, Anexo B, se presentan los valores del análisis de varianza del rendimiento de las setas *Pleurotus ostreatus* var. *florida* y *Pleurotus pulmonarius* var. *florida* para las tres cosechas en los diferentes tratamientos, en la cual se observa que existe diferencia mínima significativa en el factor A, que pertenece a la variable sustrato.

Se aplicó la prueba de Tukey con un nivel de significancia del 0,05 % para el factor A (Tabla B 12, Anexo B), correspondiente a la variable sustrato, en donde se identifica que el mejor sustrato para la producción de setas *Pleurotus* es el de Tallos de brócoli que pertenece al nivel a_0 con un valor de rendimiento de 30,55 %

Como se puede observar en los tres casos los mejores rendimientos pertenecen al sustrato tallos de brócoli, lo cual es beneficioso para la empresa PROVEFRUT S.A. ya que la mayoría de los desechos que ahí se generan pertenecen al brócoli, y el cultivo de setas *Pleurotus* puede convertirse en una alternativa para la utilización de estos desechos. Se puede concluir entonces que el sustrato más adecuado para la producción de este tipo de setas es el de tallos de brócoli en donde se obtienen valores muy aceptables en caso de realizar el proyecto a gran escala.

4.1.8 Eficiencia biológica de las setas *Pleurotus ostreatus var.florida* y *Pleurotus pulmonarius* durante la primera cosecha en los diferentes tratamientos.

En la tabla A 14 se muestran los valores correspondientes a la eficiencia biológica (relación entre el peso fresco de la seta y peso del sustrato seco, expresada en porcentaje) de las setas *Pleurotus ostreatus var.florida* y *Pleurotus pulmonarius*, en a la primera cosecha. Se puede notar que el tratamiento que presenta la menor eficiencia biológica es el de tallos de romanesco- *Pleurotus ostreatus var.florida* con un valor de 64.01%, mientras que la mayor eficiencia biológica se obtuvo en el tratamiento tallos de brócoli- *Pleurotus ostreatus var.florida* con un valor de 105.26%

En la Tabla B13 se observa el análisis de varianza de las setas *Pleurotus ostreatus var.florida* y *Pleurotus pulmonarius*. de la eficiencia biológica de la primera cosecha en los diferentes tratamientos, y se puede observar que existe diferencia mínima significativa solamente para el factor A (sustrato)

Al analizar la prueba de Tukey = 0.05 % para el efecto A (Tabla B 14, Anexo B), correspondiente a la variable sustrato, se establece que el mejor sustrato para la producción de setas *Pleurotus* es el de tallos de brócoli, correspondiente al nivel a_0 con un valor de eficiencia biológica de 104,467 %.

4.1.9 Eficiencia biológica de las setas *Pleurotus ostreatus var.florida* y *Pleurotus pulmonarius* durante la segunda cosecha en los diferentes tratamientos.

En la tabla A 15 se pueden encontrar los valores de eficiencia biológica de las setas *Pleurotus ostreatus var.florida* y *Pleurotus pulmonarius* correspondientes a la segunda cosecha. Los valores promedio para eficiencia biológica van desde 4,933 % que corresponden al tratamiento tallos de romanesco - *Pleurotus ostreatus var. florida* hasta 7,338% que pertenece al tratamiento a_0b_0 tallos de brócoli – *Pleurotus ostreatus var. florida*.

Se realizó un análisis de varianza (Tabla B 15) de la eficiencia biológica de las setas *Pleurotus ostreatus var. florida* y *Pleurotus pulmonarius var. florida* de la segunda cosecha en los diferentes tratamientos, en la cual se observa que existe diferencia mínima significativa en el factor A, es decir para el sustrato.

Se aplicó la prueba de Tukey = 0,05 % para el efecto A (Tabla B 16), correspondiente a la variable sustrato, se puede concluir que el mejor sustrato para la producción de setas *Pleurotus* es el de tallos de brócoli, que pertenece al nivel a_0 con un valor de eficiencia biológica de 6,69 %.

4.1.10 Eficiencia biológica de las setas *Pleurotus ostreatus var.florida* y *Pleurotus pulmonarius* durante la tercera cosecha en los diferentes tratamientos.

En la tabla A16 se encuentran los valores de eficiencia biológica de las setas *Pleurotus ostreatus var.florida* y *Pleurotus pulmonarius* correspondientes a la tercera cosecha. En los valores promedio se observa que el tratamiento del que menor eficiencia biológica se obtiene es el de tallos de romanescos-*Pleurotus pulmonarius* cuyo valor es de 1,048% mientras que el valor más alto de eficiencia biológica pertenece al tratamiento a_0b_0 tallos de brócoli – *Pleurotus ostreatus var. florida* que es de 2,097%.

En la Tabla B 17 se puede encontrar el análisis de varianza de la eficiencia biológica de las setas *Pleurotus ostreatus var. florida* y *Pleurotus pulmonarius var. florida* de la tercera cosecha en los diferentes tratamientos, en la cual se observa que existe diferencia mínima significativa para el factor A (sustrato).

Al aplicar la prueba de Tukey con un nivel de significancia del 0,05 % para el efecto A (Tabla B 18), se comprueba que el mejor sustrato para la producción de este tipo de setas es el de tallos de brócoli que pertenece al nivel a_0 con un valor de 1,915 %.

4.1.11 Eficiencia biológica de las setas *Pleurotus ostreatus var.florida* y *Pleurotus pulmonarius* durante las tres cosechas en los diferentes tratamientos.

En la tabla A17 se encuentran los valores correspondientes a las eficiencias biológicas de las setas *Pleurotus ostreatus var. florida* y *Pleurotus pulmonarius* para los diferentes tratamientos durante las tres cosechas. Esta vez la menor eficiencia biológica corresponde al tratamiento tallos de romanescos- *Pleurotus ostreatus var. florida* con un porcentaje de eficiencia biológica de 70.23% mientras que el valor más alto corresponde al tratamiento tallos de brócoli- *Pleurotus ostreatus var. florida* con una eficiencia biológica de 114.70%

En la Tabla B 19 se puede encontrar el análisis de varianza de la eficiencia biológica de las setas *Pleurotus ostreatus var. florida* y *Pleurotus pulmonarius var. florida* de las tres cosechas en los diferentes tratamientos, y se comprueba que existe diferencia mínima significativa para el factor A (sustrato).

Se aplicó una prueba de Tukey con un nivel de significancia del 0,05 % para el efecto A (Tabla B 20), en donde se puede notar que el mejor sustrato para la producción de este tipo de setas es el de tallos de brócoli que corresponde al nivel a_0 con un valor de 113,066 %.

Como se puede notar todos los tratamientos presentan eficiencias biológicas muy aceptables ya que en todos los tratamientos los valores sobrepasan el 50%; se puede concluir que los sustratos utilizados son adecuados para el cultivo de hongos del género *Pleurotus*.

4.1.12 Tamaño del basidioma (g/hongo) de las setas *Pleurotus ostreatus var. florida* y *Pleurotus pulmonarius* durante la primera cosecha en los diferentes tratamientos.

En la tabla A 18 se muestran los valores del tamaño del basidioma (relación entre el peso y el número de las setas cosechadas) de las setas *Pleurotus ostreatus var. florida* y *Pleurotus pulmonarius* correspondientes a la primera cosecha en los diferentes tratamientos. En cuanto a los valores promedio se encuentra que para el tratamiento tallos de coliflor - *Pleurotus pulmonarius* el tamaño del basidioma es de 27,08g/hongo, siendo este el menor valor, en tanto que en el tratamiento tallos de brócoli - *Pleurotus ostreatus var. florida* el tamaño del basidioma es de 34,96 g/hongo.

En la Tabla B 21 se muestra el análisis de varianza realizado para el tamaño del basidioma de las setas que se obtuvieron en la primera cosecha en los diferentes tratamientos y se observa que existe diferencia mínima significativa para la variable sustrato.

Al realizar un prueba Tukey con un nivel de significancia del 0.05 %, (Tabla B 22) se puede comprobar que el nivel que presenta el valor más alto en cuanto a tamaño del basidioma es el a_0 ya que se obtuvo un valor de 37,04 g/hongo que corresponde al sustrato tallos de brócoli.

4.1.13 Tamaño del basidioma (g/hongo) de las setas *Pleurotus ostreatus var.florida* y *Pleurotus pulmonarius* durante la segunda cosecha en los diferentes tratamientos.

En la tabla A 19 se registran los valores correspondientes al tamaño del basidioma de las setas obtenidas durante la segunda cosecha. En los valores promedio se puede notar que el valor mínimo en cuanto a tamaño del basidioma corresponde al tratamiento tallos de coliflor - *Pleurotus pulmonarius* que presenta un valor de 8,28 g/hongo y un valor máximo de 8,57 g/hongo, para el tratamiento tallos de brócoli - *Pleurotus ostreatus var. florida*.

En la Tabla B 23 se presenta el análisis de varianza realizado para el tamaño del basidioma de las setas que se obtuvieron durante la segunda cosecha en los diferentes tratamientos y se demuestra que existe diferencia mínima significativa para el factor A es decir el sustrato.

Se realizó un prueba Tukey con un nivel de significancia del 0.05 %, (Tabla B 24), se observa que el sustrato que presenta el valor más alto en cuanto a tamaño del basidioma es el de Tallos de brócoli que se encuentra en el nivel a_0 con un valor de 8,68 g/hongo.

4.1.14 Tamaño del basidioma (g/hongo) de las setas *Pleurotus ostreatus var.florida* y *Pleurotus pulmonarius* durante la tercera cosecha en los diferentes tratamientos.

En la tabla A 20 se presentan los valores de tamaño del basidioma para la tercera cosecha en los diferentes tratamientos. En donde se puede observar que el valor mínimo acumulado es de 4.83 g/hongo para el tratamiento tallos de romanesco-*Pleurotus pulmonaris* y un valor máximo acumulado de 7.5 g/hongo correspondiente al tratamiento tallos de brócoli - *Pleurotus ostreatus var. florida*

En la Tabla B 25 se puede encontrar el análisis de varianza del tamaño del basidioma de las setas *Pleurotus ostreatus var. florida* y *Pleurotus pulmonarius* de la tercera cosecha en los diferentes tratamientos, y se comprueba que existe diferencia mínima significativa para el factor A (sustrato).

Al aplicar una prueba de Tukey con un nivel de significancia del 0,05 % para el factor A (Tabla B 26), se encuentra que el mejor sustrato en cuanto al tamaño del basidioma de este tipo de setas es el de tallos de brócoli que corresponde al nivel a₀ con un valor de 7,91 g/hongo.

4.1.15 Tamaño del basidioma (g/hongo) de las setas *Pleurotus ostreatus var. florida* y *Pleurotus pulmonarius* durante las tres cosechas en los diferentes tratamientos.

En la tabla A 21 se registran los valores de tamaño del basidioma correspondientes a las tres cosechas en los diferentes tratamientos, en donde se puede observar que el valor mínimo obtenido es de 22,29 g/hongo en el tratamiento tallos de coliflor - *Pleurotus pulmonarius* y un valor máximo de 27.43 g/hongo para el tratamiento a0b1, tallos de brócoli-*Pleurotus pulmonarius*

En la Tabla B 27 se muestra el análisis de varianza del tamaño del basidioma de las setas *Pleurotus ostreatus var. florida* y *Pleurotus pulmonarius var. florida* de las tres cosechas en los diferentes tratamientos, en donde se puede identificar que existe diferencia mínima significativa para la variable sustrato.

Se aplicó una prueba de Tukey con un nivel de significancia del 0,05 % para el factor A (Tabla B 28), se encuentra que el mejor sustrato es el de tallos de brócoli ya que se obtuvo un tamaño del basidioma de 28,80 g/hongo.

4.1.16 Alternativa seleccionada.

Se tomaron en cuenta los resultados de mayor rendimiento, mayor eficiencia biológica y menor precocidad de las setas, se seleccionó el tratamiento **a₀b₀**, **Tallos de brócoli - *Pleurotus ostreatus var. florida***, como el más apropiado para producir setas *Pleurotus*.

4.2 ANÁLISIS DE LOS RESULTADOS OBTENIDOS

4.2.1 Velocidad de crecimiento de los carpóforos de las de las setas (*Pleurotus ostreatus var. florida*) provenientes del mejor tratamiento.

En la tabla A 22 se encuentran los diámetros de las setas grandes provenientes del mejor tratamiento tallos de brócoli - *Pleurotus ostreatus var. florida*, los diámetros fueron tomados durante 10 días (Tabla A 22); para ello se eligió trabajar con los valores obtenidos de 3 setas grandes y 3 setas pequeñas del tratamiento mencionado, el diámetro de las setas fue expresado en mm/día. Luego se hizo un gráfico relacionando “Diámetro de las Setas vs. Tiempo” correspondiente a las setas grandes que se muestra en el Anexo C. Gráfico 1. Finalmente se obtiene una ecuación polinomial de tercer orden igual a:

Diámetro = $-0,029t^3 - 0,958.t^2 + 16,07t - 11,50$ y el coeficiente de correlación de $R = 0.997$.

Se puede notar que existe una relación polinomial de tercer orden del diámetro con respecto al tiempo, como se observa en el gráfico el tamaño de las setas se incrementa hasta el momento en que alcanzan su mayor tamaño que es de 81,4 mm; existe una disminución del diámetro de los carpóforos, en la curva esta disminución se puede notar a partir del día 9 que presenta un diámetro de 80,0 mm esto se debe que a medida que transcurre el tiempo, las setas van perdiendo agua y por lo tanto disminuyendo su tamaño. Es por eso que es recomendable cosechar las setas antes que empiece la esporulación (caída de un polvo blanco desde la parte inferior de las setas) para evitar pérdidas tanto en el tamaño como en el peso.

En la tabla A 22 se observan los diámetros de las setas pequeñas en el sustrato Tallos de brócoli con relación al tiempo, en el Anexo C, Gráfico 2 se puede observar la ecuación de crecimiento igual a:

Diámetro = $-0,035t^3 + 0,192t^2 + 6,853t - 2,313$ y el coeficiente de correlación de 0.99.

En la curva de crecimiento de los carpóforo de las setas pequeñas se puede observar que la disminución de su crecimiento se presenta a partir del día 8 en el cual las setas alcanzan un diámetro de 45,6 mm; en el día 10 en que cesa el crecimiento de las setas se obtuvo un diámetro de 50 mm.

4.2.2 Análisis proximal de las setas (*Pleurotus ostreatus* var. *florida*) provenientes del mejor tratamiento y procesadas mediante la tecnología IQF.

En la Tabla A 23 se reportan los datos del análisis proximal para las setas provenientes del mejor tratamiento tallos de brócoli-*Pleurotus ostreatus* var. *florida* en comparación con otros alimentos generalmente consumidos en la dieta diaria de una persona promedio en el Ecuador, puede apreciarse que los contenidos de proteína de estas setas resultan ser altos en base seca con un porcentaje de 29.6%. Palacios Adriana, 2007 reportó un porcentaje de proteína de 23,29% en base seca utilizando panca de arroz como sustrato, de esta comparación se puede afirmar que el tipo de sustrato influye en el contenido de proteína siendo el sustrato tallos de brócoli el que metaboliza mejor sus componentes para formar proteína. En base húmeda se calcula un valor de 2,49%, este valor es superior comparado con el contenido de proteína de algunas verduras como la lechuga o el palmito (1%-1,5%), sin embargo, si se compara con el contenido de proteína de los champiñones resulta que estos últimos son ligeramente superiores con un porcentaje de 2,74% y como alimento superior de origen animal está la pechuga de pollo con un contenido de proteína de 22,3% en base húmeda.

El *Pleurotus ostreatus* contiene 2,97% de carbohidratos cuantificado en forma de ELN cifra ligeramente superior al contenido de carbohidratos de la lechuga y el champiñón y no muy lejos de la cifra del contenido de carbohidratos de la pechuga de pollo, comparándolos en base húmeda. Contiene un porcentaje de fibra de 2,26% en base húmeda, valor no muy superior a la de los productos de la comparación especialmente con la pechuga de pollo que carece de fibra. Una de las particularidades del *Pleurotus ostreatus* y de la mayoría de hongos en general es la baja cantidad de grasas que estos poseen, de esta manera en base húmeda hay un valor de 0,09% comparado con el 0,24% de los champiñones, 0,3% de la lechuga y el 2,9% de la pechuga de pollo. Las cenizas pueden poseer gran cantidad de oligoelementos que el cuerpo necesita para su metabolismo, de esta manera, el champiñón posee el mayor porcentaje con un 3,73% seguido de lechuga 1,6% y el pollo 1,20% por último el *Pleurotus ostreatus* posee un porcentaje de 0,6%, todos en base húmeda.

4.2.3 Análisis de Aminoácidos de las setas (*Pleurotus ostreatus* var. *florida*) provenientes del mejor tratamiento y procesadas mediante la tecnología IQF.

La Tabla A 24 registra la composición aminoacídica por Cromatografía líquida de alta presión (HPLC) de las setas *Pleurotus* var. *florida* obtenidas del sustrato de tallos de brócoli, en comparación con los aminoácidos esenciales, referenciales y provisionales de la patrón FAO-OMS (1985) para niños de 2 a 5 y el patrón referencial para adultos, (2001). También se reportaron otros aminoácidos de alimentos convencionales usados para la comparación. Se identificaron 17 aminoácidos de los 20 presentes en las proteínas. Los aminoácidos asparagina, glutamina y triptófano no se identificaron debido a las transformaciones que sufren en la hidrólisis ácida al aplicar la metodología, por esta razón se analizan 9 de los 10 aminoácidos esenciales, tomando en cuenta que por la falta de cifra cuantitativa del triptófano no se puede asumir su ausencia. Comparando la presencia de aminoácidos de otros alimentos con los productos reportados a comparación, se tiene que el champiñón carece de una cifra significativa en la cuantificación de los aminoácidos esenciales lisina y metionina según la fuente consultada, en cambio las espinacas poseen los 10 aminoácidos esenciales. El *Pleurotus* destaca la presencia de fenilalanina siendo esta cuantificación superior a las de la comparación.

Vásconez 2003 instruyó que si alguno de los aminoácidos esenciales no están en las cantidades que los requerimientos diarios exigen, la proteína se asimilará únicamente en la porción en la que exista ese aminoácido esencial incompleto. El cómputo químico que se presenta en la Tabla A25 muestra el porcentaje en que los aminoácidos cubren los requerimientos diarios en base al Patrón FAO-OMS para niños y para adultos respectivamente. De acuerdo a este criterio se analiza que el primer aminoácido limitante en el *Pleurotus ostreatus* para niños es metionina + cistina porque solo cubre el 39,2% del requerimiento diario, la lisina es el segundo aminoácido limitante con un 51,21% y la leucina es el tercer aminoácido limitante con 70,15%, los aminoácidos histidina y fenilalanina son los aminoácidos que cubren los requerimientos diarios con un porcentaje sobre el 100% En cuanto a la relación Patrón FAO-OMS para adultos se puede notar que el primer aminoácido limitante es también metionina + cistina que cubre un 49,00%, el segundo aminoácido limitante es la lisina que cubre el 66,00% y el

tercer aminoácido limitante es la leucina que cubre un 78,47%, mientras que los aminoácidos que sí cubren los requerimientos diarios son la treonina con un 119,13% y la fenilalanina que presenta un 161,59%. En conclusión solo 2 de los aminoácidos cubren los requerimientos diarios de acuerdo al Patrón FAO-OMS tanto para niños como para adultos, los demás aminoácidos son limitantes.

De cualquier forma se debe aceptar el criterio de balancear la dieta ingerida mediante la aplicación culinaria en la gastronomía, la cual permite combinar distintos tipos de alimentos y de esa manera poder aprovechar cada uno de los beneficios nutricionales que estos tendrían cubriendo esa limitancia de aminoácidos esenciales de manera que todo el conjunto pueda ser aprovechado.

4.2.4 Análisis microbiológico de las setas (*Pleurotus ostreatus* var. *florida*) provenientes del mejor tratamiento y procesadas mediante la tecnología IQF.

En el Anexo A, Tabla 26 se muestran los resultados encontrados luego de realizar un análisis microbiológico de las setas *Pleurotus ostreatus* provenientes del mejor tratamiento a3b0, Tallos de Brócoli-*Pleurotus ostreatus* var. *florida*. Las setas analizadas fueron sometidas a congelación rápida (I.Q.F.) y luego descongeladas con la ayuda de un microondas. Se realizaron análisis por duplicado de: coliformes totales, *E. coli*, recuento total, mohos y levaduras.

Los resultados obtenidos reportan ausencia de colonias de coliformes totales y *E. coli*. Para recuento total de aerobios mesófilos la carga fue de $12 \cdot 10^2$ - $20 \cdot 10^2$ ufc/g. y para mohos/levaduras se encontró una carga de $10 \cdot 10^1$ - $13 \cdot 10^1$ ufc/g. De acuerdo con Pablo, María y Moragas, Manuel (2007) para verduras y hortalizas frescas se aceptan valores de 10^2 – 10^4 ufc/g para coliformes totales, mientras que para *E. coli* los valores permitidos son de 10 - 10^2 ufc/g, para aerobios mesófilos de 10^2 – 10^5 ufc/g y para mohos y levaduras, la carga microbiana no debe pasar de 10 - 10^4 ufc/g.

Se puede notar que los valores encontrados de los análisis microbiológicos realizados a las setas (*Pleurotus ostreatus* var. *florida*) están dentro de los rangos permitidos. Se debe tomar en cuenta que los resultados obtenidos fueron comparados con alimentos

similares a las setas como son las frutas y hortalizas, sin embargo las condiciones de obtención para los dos casos no son las mismas, pues para la obtención de setas se debe mantener la higiene en todas las etapas del proceso, lo que no sucede durante la producción de las frutas y hortalizas.

Además se realizaron estos análisis a los 60 días de almacenamiento en donde se encontró ausencia de colonias de coliformes totales, *E. coli* y recuento total de aerobios mesófilos, en tanto que para mohos y levaduras el resultado encontrado es de $6 \cdot 10^1$ - $9 \cdot 10^1$ ufc/g. Esta disminución en la carga microbiana del producto se debe a que con la congelación rápida se tiene la ventaja de que los productos son llevados en un tiempo mínimo a una temperatura tan baja (-18°C), en la cual, ni las bacterias ni los hongos tienen actividad, y por consiguiente los productos no tienen alteraciones de carácter microbiológico. En la práctica entre -5 y -7 la actividad de los microorganismos se detiene completamente. Doménech, J. (1960)

4.2.5 Análisis Sensorial

4.2.5.1 Color

En la tabla B 29 (Anexo B) se encuentra el análisis de varianza que corresponde al color de las setas, y se puede notar que existe diferencia mínima significativa en cuanto a los tratamientos, es por eso que fue necesario hacer una prueba Tukey con un nivel de significancia del 0.05% (Tabla B 30).

Es entonces que se pudo comprobar la inclinación de los panelistas por las setas *Pleurotus ostreatus* var. *florida* con una calificación de 4,35 (gusta) y *Agaricus bisporus* con una calificación de 3,85 (ni gusta ni disgusta), mientras que a las setas Shiitake se les dio la calificación de 2,8 (disgusta) Esta apreciación por parte de los catadores puede deberse a que en el mercado ecuatoriano únicamente se comercializan setas de champiñón que tienen un color claro y por el contrario no existe cultura de consumo de setas Shiitake (*Lentinula edodes*) las cuales presentan un color oscuro al cual los panelistas no están acostumbrados.

En la tabla A 27 se observa el modelo de hoja de catación utilizada; para todos los casos tiene una escala hedónica de 1 a 5 donde 1 corresponde a la menor calificación y 5 a la mayor.

4.2.5.2 Olor

En la tabla B 31 (Anexo B) se muestran los resultados del atributo olor de las setas *Pleurotus ostreatus* var. *florida*. Al realizar el análisis de varianza de este atributo se puede notar que existe diferencia mínima significativa para los tratamientos, por lo que se procedió a realizar una prueba Tukey con un nivel de significancia del 0,05% para los tratamientos (Tabla B 32), y se pudo verificar que la seta más aceptada en cuanto al olor fue la de Shiitake (*Lentinula edodes*) con una calificación de 4,4 equivalente a gusta en la escala hedónica, seguida por la de *Pleurotus ostreatus* con una calificación de 4,1 (gusta) y finalmente se encuentra la seta de *Agaricus bisporus* (champiñón) que obtuvo una calificación de 2,8 que en la escala hedónica corresponde a disgusta.

4.2.5.3 Sabor

En la tabla B 33 (Anexo B) se encuentra el análisis de varianza que corresponde al sabor de las setas *Pleurotus ostreatus* var. *florida*. y se pudo observar que existe diferencia mínima significativa para los tratamientos, por lo que fue necesario aplicar la prueba Tukey con un nivel de significancia del 0.05 % (Tabla B 34).

Se concluye entonces que las setas Shiitake (*Lentinula edodes*) con una calificación de 4.5 (gusta) fue el sabor que más agradó al panel de degustación, lo mismo sucedió en el caso de las setas *Pleurotus ostreatus* con una calificación de 4,2 (gusta), mientras que la menor calificación es para el *Agaricus bisporus* que obtuvo una calificación de 3,62 y una calificación de ni gusta ni disgusta.

4.2.5.4 Textura

En la Tabla B 35 (Anexo B) se muestra el análisis de varianza que corresponde al atributo textura para las setas en estudio (*Pleurotus ostreatus* var. *florida*) y se observa que la textura varía de forma significativa en los diferentes tratamientos, por lo que se

aplicó una prueba Tukey con un nivel de significancia del 0,05% (Tabla B 36). Se concluye entonces que la seta *Pleurotus ostreatus var. florida* con una calificación de 4,35 equivalente a ligeramente dura en la escala hedónica, es la que más agradó a los catadores, lo mismo sucedió con la setas *Agaricus bisporus* que obtuvo una calificación de 4,3 y finalmente se encuentra la seta *Shiitake (Lentinula edodes)* que alcanzó una calificación de 3,7.

En cuanto a los catadores se observa que no existe diferencia mínima significativa por lo que no fue necesario aplicar la prueba Tuckey.

4.2.5.5 Aceptabilidad

En la tabla B 37 (Anexo B) se encuentra el análisis de varianza que corresponde a la aceptabilidad de las setas *Pleurotus ostreatus var. florida*. y se puede observar que este atributo no varía en forma significativa en los diferentes tratamientos, por lo tanto no fue necesario aplicar la prueba Tukey para ninguno de los dos factores en estudio (catadores, tratamientos)

4.2.6 Análisis económico de la producción de la producción de las setas (*Pleurotus ostreatus var. florida*) provenientes del mejor tratamiento y procesadas mediante la tecnología IQF.

El análisis económico realizado esta basado en el balance de materiales (Diagrama 2, Anexo D), de la producción de las setas (*Pleurotus ostreatus var. florida.*) provenientes del mejor tratamiento (a0b0) y procesadas mediante la tecnología IQF, este balance se ha calculado para una capacidad mensual de una tonelada de setas listas para la comercialización.

La capacidad mensual de producción será de 4 toneladas, en 4 paradas, utilizando en cada parada una cantidad inicial de 955,86 kg de sustrato de brócoli seco y 41,5 kg de trigo seco, cantidades calculadas en el balance de materiales para un rendimiento de 28,45% y una eficiencia biológica de 105,26%, en una sola cosecha. La evaluación económica se basa entonces en la proyección estimada de la rentabilidad de una producción anual de 48000 kg de *Pleurotus* congelado

4.2.6.1 Evaluación Económica

ANEXO A-1) Terreno y Construcciones

Descripción	Área (m ²)	Precio Unitario (\$/m ²)	Valor Total (\$)
Terreno	506	12,00	6072,00
Construcciones			76250,00
Bodega de materia prima e insumos	35	120,00	4200,00
Tratamiento de la materia prima	25	150,00	3750,00
Área de esterilización e inoculación.	30	190,00	5700,00
Cuartos de incubación (4)	72	180,00	12960,00
Área de empaque	25	150,00	3750,00

Cuarto frío	36	150,00	5400,00
Laboratorio	28	190,00	5320,00
Área de producción de semillas	35	190,00	6650,00
Cocina y comedor	35	120,00	4200,00
Oficinas	40	150,00	6000,00
Entrada de personal	15	120,00	1800,00
Vestidores, duchas vestidores y baños	42	180,00	7560,00
Taller y caldero	28	120,00	3360,00
Guardianía	20	120,00	2400,00
Patios	40	80,00	3200,00
SUMAN			82322,00

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
Cámara de flujo laminar	1	5800,00	5800,00
Incubadora	1	2500,00	2500,00
Balanza analítica	1	230,00	230,00
SUMAN			67030,00

b) Equipo Nacional

Descripción	Cantidad	Precio unitario (\$)	Precio total (\$)
Caldero	1	20000,00	20000,00
Molino Industrial	1	2200,00	2200,00
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	28500,00

d) Equipo auxiliar

Descripción	Cantidad	Precio Unitario (\$)	Valor Total (\$)
Tanques de agua	3	15,00	45,00
Mangueras	3	5,00	15,00
		SUMAN	60,00

ANEXO A-2) Resumen

Descripción	Valor (\$)
Equipo importado	67030,00
Equipo de fabricación nacional	28500,00
Equipo auxiliar	60,00
SUMAN	95590,00

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, etc.)	-	200,00	200,00
Frascos de vidrio	800	0,30	240,00
Accesorios (mandiles, cofias, guantes, equipo de limpieza, papel aluminio)	-	200,00	200,00
		SUMAN	690,00

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 **6310,00**

ANEXO A) INVERSIÓN FIJA

Descripción	Valor Total (\$)
Terreno y Construcciones (ANEXO A-1)	82322,00
Maquinaria y Equipo (ANEXO A-2)	95590,00
Otros Activos (ANEXO A-3)	6310,00
	SUMAN 184222,00
	Imprevistos (5%) 9211,10
	TOTAL 193433,10

ANEXO B) CAPITAL DE OPERACIÓN

Descripción	Tiempo de reposición	Valor Rubro (\$)	Valor Total (\$)
Materiales Directos	0,5	2976,81	124,03
Mano de obra directa	1	15553,62	1296,14
Carga fabril	1	61782,70	5148,56
Gastos de venta	1	3000,00	250,00
Gastos administrativos	1	15214,92	1267,91
		TOTAL	8086,64

ANEXO C) VENTAS EN EL AÑO NORMAL

Descripción	Cantidad	Precio unitario (\$)	Precio total (\$)
Bolsas de 500g de setas <i>Pleurotus ostreatus</i> congeladas	96000	2,25	216000,00
		SUMAN	216000,00

ANEXO D-1) MATERIALES DIRECTOS

Descripción	Cantidad (kg/año)	Precio Unitario (\$)	Valor Total (\$)
Tallos de Brócoli	45881,28	0,05	2294,06
Trigo	1992	0,25	498,00
Benomyl	3,5	6,25	18,75
Agar PDA	2 unid	83,00	166,00
		SUMAN	2976,81

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	96000	0,01	960,00
Cartón de embalaje	8000	0,05	400,00
Cinta de embalaje	5	1,50	7,50
Procesamiento IQF	48000 kg	0,80	38400,00
SUMAN			39767,50

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	Costo Anual
	(\$)	(años)	(\$)
Construcciones	76250,00	20	3812,50
Maquinaria y Equipo	95590,00	15	6372,67
Laboratorio	690,00	5	138,00
Taller	1500,00	5	300,00
Gastos pre operacionales	500,00	5	100,00
Imprevistos	9211,10	10	921,11
		SUMAN	11644,28

d) SUMINISTROS

Descripción	Cantidad	Valor Unitario	Precio total
		(\$)	(\$)
Agua potable (m3)	2500	0,20	500,00
Energía eléctrica (Kw)	2500	0,10	250,00
Teléfono	-	-	350,00
Diesel (galón)	488	1,03	502,64
		SUMAN	1602,64

e) REPARACIÓN Y MANTENIMIENTO

Descripción	Porcentaje	Costo	Valor total
	(%)	(\$)	(\$)
Maquinaria y Equipo	5	95590,00	4779,50
Construcciones	1	76250,00	762,50
		SUMAN	5542,00

f) SEGUROS

Descripción	Porcentaje	Costo	Valor total
	(%)	(\$)	(\$)
Maquinaria y Equipo	1	95590,00	955,90
Construcciones	1	76250,00	762,50
		SUMAN	1718,40

ANEXO D-3) RESUMEN

Descripción	Valor (\$)
a)Materiales Indirectos	39767,50
b)Mano de obra indirecta	9655,64
c)Depreciación	11644,28
d)Suministros	1602,64
e)Reparación y Mantenimiento	5542,00
f)Seguros	1718,40
SUBTOTAL	69930,46
g) Imprevistos (5%)	3496,52
TOTAL	73426,98

ANEXO D) COSTOS DE PRODUCCIÓN (RESUMEN)

Descripción	Valor (\$)
a) Materiales Directos (Anexo D-1)	2976,81
b)Mano de obra directa (Anexo D-2)	15553,62
c)Carga fabril (Anexo D-3)	73426,98
SUMAN	91957,41

ANEXO E) GASTOS DE VENTAS

Promoción

Descripción	Cantidad/mes	Precio anual
	(\$)	(\$)
Publicidad	100,00	1200,00
Muestras gratis	66,66	800,00
Ofertas	83,33	1000,00
	SUMAN	3000,00

ANEXO F) GASTOS ADMINISTRATIVOS

a) Personal

Descripción	Número	Sueldo Mensual	Valor Total
		(\$)	(\$)
Gerente de Producción de setas	1	800,00	9600,00
		SUMAN	9600,00
		Cargas Sociales	3566,40
		TOTAL	13166,40

b) Amortizaciones

Descripción	Costo (\$)	Vida Útil (años)	Costo Anual (\$)
Muebles de Oficina	3220,00	5	1162,00
Construcción de la sociedad	300,00	5	60,00
Estudio de factibilidad	300,00	5	60,00
		SUMAN	724,00

e) Gastos de Oficina

Descripción	Número	Costo	Valor Total (\$)
Cartucho de impresora	3	80	240
Resma Hojas A4	5	4	20
Material de oficina (grapadora, carpetas etc.)	–	–	340
		SUMAN	600,00

ANEXO F) GASTOS ADMINISTRATIVOS (RESUMEN)

Descripción	Valor (\$)
a) Personal	13166,40
c)Amortización	724,00
e)Gastos de Oficina	600,00
SUMAN	14490,40
IMPREVISTOS	724,52
TOTAL	15214,92

ANEXO G) PUNTO DE EQUILIBRIO

Descripción	Costo Fijo	Costo Variable
Materiales Directos		2976,81
Mano de Obra Directa	15553,62	
Materiales Indirectos		39767,50
Mano de Obra Indirecta	9655,64	
Depreciación	11644,28	
Reparación y Mantenimiento	1662,60	3879,40
Seguros	1718,40	
Suministros	160,26	1442,38
Imprevistos	1748,26	1748,26
Gastos de Ventas		3000,00
Gastos Administración	15214,92	
SUMAN	57357,98	52814,35
	COSTO TOTAL	110172,33

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

$P. E = \$75921,65$

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

$\%P. E = 35,15$

ANALISIS DE LA INVERSIÓN FINANCIERA DEL PROYECTO

TABLA 1. INVERSIONES

A) Inversión Fija

Descripción	Valor (\$)
Terreno	6072,00
Construcción	76250,00
Maquinaria y Equipos	95590,00
Otros Activos	6310,00
SUMAN	184222,00
IMPREVISTOS (5%)	9211,10
TOTAL	193433,10

B) Capital de Operación 8086,64

INVERSIÓN TOTAL	201519,74
Capital Propio	131519,74
Capital Préstamo	70000,00

TABLA 2. ESTADO DE PERDIDAS Y GANANCIAS

Descripción	Valor Total (%)	Porcentaje (%)
Ventas Netas	216000,00	100
Costos de Producción	91957,41	42,57
Utilidad bruta en Ventas	124042,59	57,43
Gastos ventas	3000,00	1,39
Utilidad netas en ventas	121042,59	56,04
Gastos de Administración	15214,92	7,04
Utilidad operativa	105827,67	48,99
Gasto Financiero	6300,00	2,92
Utilidad	99527,67	46,08
Reparto a trabajadores (15%)	14929,15	6,91
Utilidad	84598,52	39,17
Impuestos a la Renta(20%)	16919,70	7,83
Utilidad Neta	67678,82	31,33

TABLA 3. GASTOS FINANCIEROS

Para esta proyección se estima que el capital a préstamo será de USD 70000, el capital propio será financiado por los accionistas involucrados en el proyecto. La inversión a préstamo 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			6300

EVALUACIÓN DEL PROYECTO

RENTABILIDAD SOBRE LAS INVERSIONES, (ROI):

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

$$\text{ROI} = 52,51\%$$

RENTABILIDAD FINANCIERA, (RF):

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

$$\text{RF} = 51,46\%$$

PERÍODO DE RECUPERACIÓN DE LA INVERSIÓN, (PRI):

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

$$\text{PRI} = 2,98 \text{ años}$$

RENTABILIDAD SOBRE LAS VENTAS (RV):

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

$$R = 31,33\%$$

RENTABILIDAD DEL PROYECTO (R):

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

$$R = 33,58\%$$

FACTORES DE EVALUACIÓN ACTUALES

VALOR ACTUAL NETO (VAN):

TASA: 37%

Año	Inversión	Ingresos	Costos	Factor Actualización
0	201519,74	216000,00	98528,05	1
1		157664,23	71918,29	0,73
2		115083,38	52495,10	0,53
3		84002,47	38317,59	0,39
4		61315,67	27969,04	0,28
5		44755,96	20415,36	0,21
TOTAL		678821,72	309643,44	

VAN = ingresos brutos - costos brutos - costo oportunidad capital

$$\text{VAN} = 167658,55$$

TASA: 42%

Año	Inversión	Ingresos	Costos	Factor Actualización
0	201519,74	216000,00	98528,05	1
1		152112,68	69385,95	0,70
2		170901,94	77956,65	0,79
3		121560,51	55449,63	0,56
4		231541,21	105617,15	1,07
5		29220,14	13328,72	0,14
TOTAL		921336,48	420266,15	

VAN = ingresos brutos - costos brutos - costo oportunidad capital

VAN = 299550,59

TASA INTERNA DE RETORNO (TIR):

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

TIR: 30,64%

4.2.6.2 Análisis de Costos

La proyección del análisis económico esta basada en valores mas cercanos a la realidad en cuanto a los rubros de gastos se refiere, de la misma manera también aquellos rubros que tienen regulación legal (salario mínimo, beneficios de ley, suministros). El precio de venta de la única presentación del producto (funda de 500g) se basa en valores actuales de mercado obtenidos mediante la web.

Para el costo del procesamiento de congelación IQF, se ha tomado en cuenta una estimación calcula en función del costo que implica actualmente el proceso de congelación rápida del brócoli en la empresa PROVEFRUT S.A.

En el Grafico 3 del Anexo C se muestra la relación Costo vs Producción que revela el punto de equilibrio del análisis económico de la producción de las setas *Pleurotus ostreatus var. florida* provenientes del mejor tratamiento y congeladas mediante la tecnología de congelado rápido. Este valor predice la porcentaje de ventas que se deberá mantener para que no exista perdidas ni tampoco ganancias, es decir si se logra vender un porcentaje sobre este valor se obtendrá ganancias y la producción será rentable. El punto de equilibrio de la producción de las setas *Pleurotus ostreatus* es de 35,15%.

4.3 Verificación de Hipótesis

HIPOTESIS:

H0: Se puede utilizar desechos de brócoli, coliflor o romanesco generados durante la producción en la empresa PROVEFRUT S.A. para la producción de hongos del género *Pleurotus*.

H1: No se puede utilizar desechos de brócoli, coliflor o romanesco para la producción de *Pleurotus*.

Después de haber procesado y analizado los resultados obtenidos, “se acepta la hipótesis nula (H₀)”, afirmando la posibilidad utilizar los desechos de brócoli, coliflor o romanesco generados durante la producción en la empresa PROVEFRUT S.A. para la producción de hongos del género *Pleurotus*.

CAPITULO 5

CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES

5.1 CONCLUSIONES

- La investigación realizada en este estudio demuestran la posibilidad de la utilización de los desechos provenientes después del procesamiento de brócoli, coliflor y romanesco en la industria PROVEFRUT S.A., utilizándolos como sustratos en una fermentación sólida para el cultivo de los hongos comestibles *Pleurotus ostreatus* var. *florida* y *Pleurotus pulmonarius*. Los mejores resultados se obtuvieron en los tratamientos a_0b_0 (*Pleurotus ostreatus* var. *florida* -Tallos de brócoli) y a_0b_1 (*Pleurotus pulmonarius* – Tallos de brócoli). Luego de haber evaluado estadísticamente todos los ocho tratamientos especificados en el diseño experimental se concluye que el mejor tratamiento es a_0b_0 (*Pleurotus ostreatus* var. *florida* -Tallos de brócoli), basados en las respuestas experimentales de Precocidad con un promedio de 29 días, Rendimiento de tres cosechas siendo la primera la más relevante con un valor porcentual de 28,45%, Eficiencia Biológica de la primera cosecha con un valor de 105,26% y Tamaño del Basidioma relativamente igual en todos los tratamientos. Según los resultados se descarta la posibilidad de utilizar las hojas de coliflor como sustrato para el cultivo del genero *Pleurotus*. A través de estos resultados se puede concluir las ventajas que tendría el cultivo de hongos del género *Pleurotus ostreatus* utilizando como sustrato los desechos agroindustriales obtenidos luego del procesamiento de brócoli.
- En este estudio se calcula dos ecuaciones equivalentes a la velocidad de crecimiento de las setas obtenidas del mejor tratamiento a_0b_0 (*Pleurotus ostreatus* var. *florida* -Tallos de brócoli), las dos ecuaciones corresponden a un orden de reacción de tercer grado. Para setas grandes se obtiene un valor máximo del diámetro del carpóforo de 81,4 mm, para las setas pequeñas se obtiene un diámetro máximo de 50,0 mm y sus respectivas ecuaciones son:

$\text{Diámetro} = -0,029t^3 - 0,958.t^2 + 16,07t - 11,50$ (para setas grandes),

$\text{Diámetro} = -0,035t^3 + 0,192t^2 + 6,853t - 2,313$ (para setas pequeñas).

Con un índice de correlación cercano a la unidad en los dos casos. De acuerdo a estos cálculos se concluye que las ecuaciones obtenidas son equivalentes a la velocidad de crecimiento de las setas *Pleurotus ostreatus* en sustrato de Tallos de brócoli y pueden ser aplicadas en el proceso de cultivo y producción.

- La tecnología de congelado rápido IQF (Individual Quick Freezing) fue aplicada a las setas cosechadas obtenidas del mejor tratamiento **a₀b₀** (***Pleurotus ostreatus var. florida* -Tallos de brócoli**). El proceso implica una serie ordenada de operaciones que desde las primeras instancias recepción, selección, enfriamiento 1 y corte se verifican las setas obtenidas para asegurar su buen estado, se controla la entrada de materiales extraños a la línea de procesos y se reduce la actividad de microbiana bajando la temperatura, en general se acondicionan las setas para que puedan entrar a la maquinaria de congelamiento IQF. En la línea las setas comienzan por ser lavadas, precocidas y preenfriadas antes de su congelación, la congelación consiste en bajar la temperatura lo más rápido posible a una temperatura de -18°C utilizando un proceso en donde cada pedazo de seta es sometido a temperaturas muy bajas (-32°C). Las setas congeladas son enfundadas y almacenadas en cámaras de frío a una temperatura de -22°C .

Para probar la capacidad del proceso de mantener las condiciones adecuadas se realizó un análisis microbiológico donde se tomaron en cuenta los resultados de la carga inicial (sin procesar) y a los 60 días de almacenamiento, utilizando papeles petrifilm 3M, los mismos que reportaron ausencia de *Coliformes Totales* y *E coli*. Sin embargo presentaron una carga inicial de $12 \cdot 10^2 - 20 \cdot 10^2$ ufc/g para Recuento Total y de $10 \cdot 10^1 - 13 \cdot 10^1$ ufc/g para a Mohos y Levaduras. En los análisis que se realizaron a los 60 días de almacenamiento los resultados que se obtuvieron fueron ausencia en *Coliformes Totales*, *E coli*, *Recuento Total*, y

una carga de $6 \cdot 10^1$ - $9 \cdot 10^1$ ufc/g para Mohos y Levaduras. Al comparar los valores obtenidos en estos análisis con citas bibliográficas se encontró que los resultados obtenidos están dentro de los rangos permitidos para este tipo de productos. De este modo se concluye que la tecnología de congelado rápido IQF es aplicable a las setas *Pleurotus ostreatus* cultivadas en sustrato de Tallos de brócoli.

- Las setas *Pleurotus ostreatus* provenientes del mejor tratamiento y procesadas mediante la tecnología IQF presentan un porcentaje proximal de proteína del 2,49% en base húmeda, valor superior a la cantidad de proteína de la lechuga, similar a la del champiñón y definitivamente inferior a la de la carne de pollo. El contenido de carbohidratos en el *Pleurotus ostreatus* es de 2,97% superior al de la lechuga y el champiñón pero inferior al de la carne de pollo que tiene 5,8%. La fibra de *Pleurotus ostreatus* es de 2,26% superior a los productos de comparación de debido al bajo contenido de fibra de la lechuga y el champiñón y a la ausencia de fibra que tiene la carne de pollo. El *Pleurotus ostreatus* es un producto bajo en grasa que tiene un porcentaje de 0,09% inferior al de la pechuga de pollo que tiene más grasa entre los productos de comparación, el contenido de fibra favorece al champiñón debido a la tecnología que se aplica para su producción, el *Pleurotus ostreatus* tiene un contenido de 0,6%.

En el análisis de aminoácidos se destaca la similitud en riqueza proteica del *Pleurotus ostreatus*, champiñón y espinacas debido a que los tres productos poseen todos, o la mayoría, de los aminoácidos esenciales. El computo químico se encuentra basado en los valores de energía que se debe suministrar en la dieta diaria según la publicación realizada por la FAO-y la OMS para niños y adultos, este calculo revela que el *Pleurotus ostreatus* tiene 2 aminoácidos no limitantes (histidina y fenilalanina) en comparación con el patrón FAO-OMS para niños e igualmente 2 aminoácidos que cubren el patrón FAO-OMS para una dieta de adultos (fenilalanina y treonina), los demás aminoácidos esenciales son limitantes, se toma en cuenta que algunos aminoácidos esenciales no pudieron ser estudiados.

- Se realizó un análisis sensorial de las setas sometidas a Congelación Rápida (I.Q.F.) provenientes del mejor tratamiento y se pudo determinar que la seta *Pleurotus ostreatus var. florida* es la más aceptada por los panelistas en cuanto al atributo color obteniendo una calificación de 4,35 (gusta); para el atributo olor se obtuvo mayor aceptación para las setas *Pleurotus ostreatus var. florida* y *Lentinula edodes* (Shiitake) obteniendo una calificación de 4,1 (gusta) y 4,4 (gusta); en el atributo sabor se tuvo igual apreciación por los panelistas tanto para las setas en estudio como con una calificación de 4,2 (gusta) como para las setas *Lentinula edodes* con una calificación de 4,5; la textura de las setas *Pleurotus ostreatus var. florida* y *Agaricus bisporus* (champiñón) fue catalogada como ligeramente dura obteniendo calificaciones de 4,35 y 4,3 respectivamente, siendo éstas las mayores calificaciones. En cuanto al atributo aceptabilidad, se pudo comprobar que no varía en forma significativa en los diferentes tratamientos y los panelistas tienen similar apreciación en cuanto a dicho atributo.
- El resultado del análisis económico efectuado muestra que la rentabilidad del proyecto es del 33,58%, cuyo valor relaciona el beneficio neto con el capital invertido. Un punto de equilibrio del 35,15% nos muestra que, de vender el producto en este porcentaje, el beneficio sería nulo o en otras palabras no se gana ni se pierde. La proyección de otros valores en la evaluación del proyecto ayudan a tomar la decisión de invertir o no, entre ellos se encuentran ROI, RF, PRI, RV. El análisis económico se basa tomando en cuenta valores de inversión lo mas cercanos a la realidad y un precio del producto en competitividad con el mercado internacional actual, también se asume un capital propio de \$131 519 y un préstamo de \$70000 al 15% de interés sobre los saldos con un periodo de amortización de 5 años plazo. Tomando en cuenta estas especificaciones se concluye que el proyecto es rentable y se puede realizar.

5.2 RECOMENDACIONES

- Se recomienda realizar estudios de especificación de parámetros en la congelación IQF para *Pleurotus ostreatus*, de esta manera se obtendrá valores reales y necesarios de tiempo-temperatura en las operaciones de tratamiento térmico (blanching) y congelación.
- Un estudio de factibilidad reduce el riesgo de la inversión en la producción. Se recomienda realizar un estudio técnico 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 ya existente.
- Es muy importante aprovechar la cantidad de proteína que tienen las setas *Pleurotus ostreatus* sin que los aminoácidos limitantes puedan ser un obstáculo para aprovechar toda la calidad nutricional existente. Es por eso que se recomienda el diseño de nuevos productos utilizando *Pleurotus ostreatus* con otros alimentos que puedan cubrir la necesidad de aminoácidos faltantes en las setas y así poder obtener un alimento rico en proteínas y de buena calidad nutricional.
- Se recomienda utilizar otros métodos de conservación como el secado, enlatado, entre otros, o buscar nuevas alternativas como preparar sopas en polvo lo que facilitaría la conservación y la innovación en el mercado cada día más competitivo.
- Se recomienda realizar investigaciones sobre el crecimiento de setas *Pleurotus* en nuevos sustratos ya que es un hongo de fácil adaptación que crece sobre una gran diversidad de sustratos en un amplio rango de temperaturas.
- Los demás sustratos utilizados en esta investigación (tallos de coliflor, tallos de romanesco) poseen cualidades que podrían ser aprovechables ya que en estos no se descartó la fructificación del *Pleurotus*. Se recomienda la utilización de estos desechos agroindustriales para la creación de nuevos productos alimenticios.

CAPÍTULO 6

PROPUESTA

6.1 ESTRUCTURA TENTATIVA DE LA PROPUESTA

6.1.1 DATOS INFORMATIVOS:

- **Título:** Producción, procesamiento y exportación de setas *Pleurotus ostreatus* utilizando tallos de brócoli 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:** 6 meses
- **Equipo Técnico Responsable:** El requerido en la instalación de construcción, instalación de maquinarias, operación e inspección del cultivo etc.

6.1.2 ANTECEDENTES

En la investigación realizada se demuestra la posibilidad de la utilización de los desechos provenientes después del procesamiento de brócoli, coliflor y romanesco en la industria PROVEFRUT S.A., utilizándolos como sustratos en una fermentación sólida para el cultivo de los hongos comestibles *Pleurotus ostreatus var. florida* y *Pleurotus pulmonarius*. Los mejores resultados se obtuvieron en los tratamientos *Pleurotus ostreatus var. florida* con Tallos de brócoli como sustrato. Se demostró la hipótesis que se puede utilizar desechos de brócoli, coliflor o romanesco generados durante la producción en la empresa PROVEFRUT S.A. para la producción de hongos del género *Pleurotus*.

6.1.3 JUSTIFICACIÓN

En el estudio previo de investigación 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 del genero *Pleurotus* 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 de congelación de las frutas y hortalizas antes de su comercialización internacional, el cultivo de *Pleurotus ostreatus* 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 primeramente inocuos, luego con calidad nutricional que sea beneficiosa para su salud y por último que sus procesos no conlleven o disminuyan 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 ecológicos 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 *Pleurotus ostreatus* utilizando tallos de brócoli como sustrato con miras a la exportación y evaluar sus resultados.
- Diseñar construir y ejecutar la planta de procesamiento de *Pleurotus ostreatus* en las instalaciones de la empresa.
- Aplicar los parámetros necesarios de calidad de las setas *Pleurotus ostreatus* para poder exportar el producto congelado en la línea IQF.
- Evaluar el estado de pérdidas y ganancias en base a las ventas realizadas.

6.1.5 ANÁLISIS DE FACTIBILIDAD

La viabilidad de la “Producción, procesamiento y exportación de setas *Pleurotus ostreatus* utilizando tallos de brócoli como sustrato” será evidente cuando a medida que se los objetivos planteados se hayan realizado correctamente.

Por otro lado el estudio previo de investigación muestra algunos resultados que podrían predecir parte de la factibilidad de la producción, alguno de ellos son:

- El Análisis económico de la producción de las setas (*Pleurotus ostreatus* var. *florida*) provenientes del mejor tratamiento y procesadas mediante la tecnología IQF, que nos muestra una rentabilidad de del 28.86%, con un punto de equilibrio del 47,59%
- Las respuestas experimentales resultantes, Rendimiento y Precocidad de 28,45% y 105,26% respectivamente adicional con el tiempo de producción basado en la precocidad (29 días), demuestran que se puede producir gran cantidad de hongos en poco tiempo todos los meses del año.
- 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:

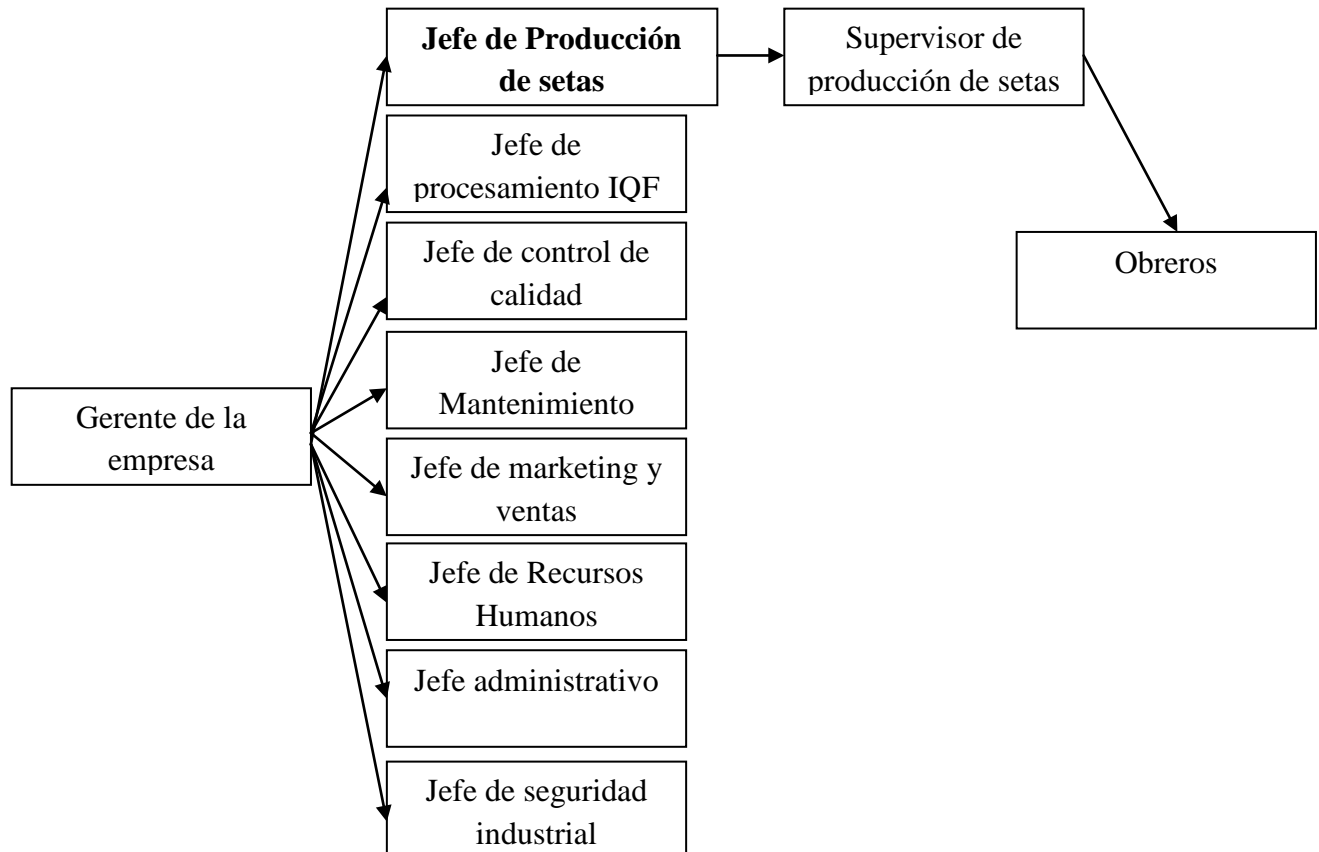
“Utilización de residuos de brócoli (*Brassica olerácea itálica*), coliflor (*Brassica olerácea*) y romanesco (*Brassica olerácea. botrytis.*) generados en la empresa PROVEFRUT S.A. para la producción de setas de *Pleurotus*”

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:								

BIBLIOGRAFIA

ALDANA, J. 2004. Cultivo del hongo comestible *Pleurotus pulmonarius* sobre hojarasca de almendro (*terminalia catappa*), en q. Roo. México.

ÁLVAREZ, M., Soria, V., Larrea, P. 2003. Enriquecimiento proteico del banano de rechazo por fermentación sólida para alimento animal. Public Asesores. Quito Ecuador.

ALVEAR, C. 2004. Cultivo Comercial de Brócoli.

ASPUCA, 2000. Caracterización productiva y como congelado de cultivos de brócoli y romanesco.

ANZALDUA, A 1994. La Evaluación sensorial de los Alimentos en la teoría y la práctica. Primera edición. Editorial Acribia - España. Pp 1-70.

AOAC. "Methods of Analysis". 1980. Official Methods of the Association of Official Analytical Chemists. Thirteenth Edition. Washington.D. C.

ARBOLEDA A, SILVA R. 1985. Cultivo del hongo *Pleurotus* en desechos agrícolas. [Tesis de Grado] Ambato: Universidad Técnica de Ambato.

ALBA-LARA, S.E. 1994-1995. Influencia de factores ambientales en el desarrollo micelial del Hongo *Cookeina sulcipes* a nivel laboratorio. Tesis licenciatura. Escuela de Ciencias Químicas. UNACH. Tapachula, Chis. México.

BARTNICKI-GARCÍA, S. 1997. El papel del spitzenkörper en el crecimiento de las hifas de los hongos. *Memorias del VI Congreso Nacional de Micología/IX Jornadas Científicas*.

BREENE, 1990. Producción y Comercialización de Hongos Comestibles.

BENÍTEZ-CAMILO, F.A., G. Huerta-Palacios y J.E. Sánchez-Vázquez. 1998. Producción de 18 cepas de *Pleurotus djamor* del Soconusco, Chiapas. *Quehacer científico en Chiapas*.

BISKÓ, N. A. y I. A. DÚDKA. 1987. Biología y cultivo de hongos comestibles tipo Véshenka. Kiev, Naukova Dumka.

BAO, M., DELGADO, S., GARCÍA, M. y TORRES M. 1987. Aprovechamiento de residuos de plataneras. I. Producción en Islas Canarias, sus características y alternativas de utilización. Rev Agroquim Tecnol Aliment.

BERMÚDEZ y col., 2003. “Influencia de la luz en la calidad proteica de *Pleurotus ostreatus* var. *florida*”, Revista Cubana de Investigaciones Biomédicas, Editorial Ciencias Médicas.

CIES, 2000. Relación de variedades comerciales de micelios de champiñón y setas *Pleurotus*, in El champiñón en Castilla-La Mancha nº 15. Ed. Centro de Investigación, Experimentación y Servicios del Champiñón, Cuenca.

CABRERA, C. 1998. Especies de Aniba y plantas de uso culinario. Primera Edición. Lima-Perú.

CADAVID & CARDONA, 1996. Cultivo de *Pleurotus ostreatus*.

CALDERÓN, 2006. Determinación de malezas en romanesco.

CAILLEUX, 1976. Calidad proteica de *Pleurotus ostreatus* var. *florida*”

CRISTIAN & SANDS, Biodegradation of Viticulture Wastes by *Pleurotus*: A Source of Microbial and Human Food and Its Potential.

CARDONA & BEDOYA, 1996. Cultivo de *Pleurotus ostreatus*. Abril de 1996

CANTWELL, 2007. Diagnóstico sobre el combate de *Plutella xylostella* (L.) (*Lep:Plutellidae*) en el cultivo de coliflor. Manejo Integrado de Plagas (Puerto Rico)

CHA, D. y Col. 1997. Oyster Mushroom – Cultivation Technology and Management (in Korean). Pp 374.

CHANG, S., HAYES, W., ZADRAZI L. y KURTMAN, R. 1978. The biology of *Pleurotus* cultivation in the tropics. The Chinese University Press, Hong Kong.

CHANG, S. & MILES, P.G. 1992. El Reino de los Hongos. Micología Básica. UNAM y FCE.

CHANG, S. 1996. Micología Aplicada. Segunda Edición. Universidad de Antioquia.

DANCIANG, 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

DÚDKA, I. A., S. P. WASSER y A. S. BUJÁLO. 1978. Cultivo industrial de hongos comestibles. Kiev, Naukova Dumka..

DÚDKA, I. A., S. P. WASSER y N. A. BISKÓ. 1987. Recomendaciones metodológicas para el cultivo industrial de hongos comestibles. Kiev, Naukova Dumka.

DELMAS, O. 1984. Guía Práctica de producción de Setas

EGER, 1974. El cultivo del hongo ostra. Revista Gobierno de México. Ministerio de Agricultura.

GARCÍA-ROLLÁN, M. 1978. Plagas y enfermedades del champiñón y de las setas. Ministerio de Agricultura. Madrid.

GARCÍA-ROLLÁN, M. 1982. Cultivo industrial de *Pleurotus ostreatus*. Hojas Divulgadoras Núm 11/82 HD. Ministerio de Agricultura, Pesca y Alimentación. Madrid. 16 pp.

GARCÍA-ROLLÁN, M. 1985. Nuevas técnicas de cultivo de *Pleurotus ostreatus*. Hojas Divulgadoras Núm 8/85 HD. Ministerio de Agricultura, Pesca y Alimentación. Madrid.

GARCÍA-ROLLÁN, M. 1991. Cultivo de setas y trufas. Ed. Mundi-Prensa. Madrid. 174 pp.

GRODZÍNSKAYA, A .A. 1992. *Stropharia rugosoannulata* Farlow ex Murr. Culture. Micología y Fitopatología. (en ruso).

GUZMÁN, G., G. MATA, D. SALMONES, L. SOTO-VELASCO y L. GUZMÁN-DÁVALOS. 1993. El cultivo de los hongos comestibles: con especial atención a especies tropicales y subtropicales en esquilmos y residuos agro-industriales. 1ª ed. México, Instituto Politécnico Nacional. 245 pp.

HINCAPIÉ, J.G. 1993. Fertilización mineral del hongo comestible *Pleurotus ostreatus*. 91p.: il. Tesis de grado Ingeniero Agrónomo. Universidad Nacional de Colombia, Sede Medellín. Facultad de Ciencias Agropecuarias.

HASHIMOTO y TAKAHASH, 1976. Indoor culture techniques for *Pleurotus ostreatus*. En: Microbiology Weishengwuxue Tongbao. Foods Research Institute, Beijing, China, 10(4): 147-149.

HONG, 1978. Mushrooms Lectures. Mushrooms biology, genetics and breeding, cultivation, nutritional and medicinal effects and perspectives. Hong Kong. The Chinese University of Hong Kong. Shatin. N.T.206p.

INSTITUTO NACIONAL DE INVESTIGACIONES AGROPECUARIAS (INIAP).

JABLONSKY, I. and V. SASEK. 1997. Pestovani hub ve velkem i v malem. Praha Nakladatelstvi Brazda. (en checo).

KOLAR. J. 2000. Control de la Calidad de los Alimentos. Editorial Acribia. Saragoza, España.

KAPOOR, 1975. Effects of washing on polyphenols and polyphenol oxidase in comercial mushrooms (*Pleurotus ostreatus*). Journ. Agric. Food Chem., 42: 2285-2290

KURTZMAN 1974 y 1976. Solid state fermentation of agricultural wastes into food through *Pleurotus* cultivation. Applied Biochemistry and Biotechnology, 50 (1): 71-78. Part A: Enzyme Engineering and Biotechnology.

KOCH, 1975. Obtención de carpóforos de *Pleurotus ostreatus* en residuos agroindustriales. Instituto de Ecología. México.

KAWAI, 1994. *Cultivation of Pleurotus ostreatus on Synthetic Logs*. ED. The Mushroom Growers' Newsletter. U.S.A.

LILLY & BARNETT, 1951. Cultivo de *Pleurotus ostreatus* sobre diferentes sustratos. Revista de Micología Aplicada.

LABARERE, 1974. Influencia de los factores ambientales sobre el crecimiento de las setas. Editorial Olympia.

MAROTO, J.V. 1995. Horticultura herbácea especial. Ed. Mundi-Prensa. Madrid.

MOOR, L. 1995. Fundamental of the Fungi Third Edition. Prentice-Hall. New Jersey, U.S.A.

MATSUMOTO, 1996. Biochemical and biological evaluation of nutritional quality of mushrooms. Bangkok, Tailandia, Korn Univ.

MAGGIE, Y. MATSUBARA, T. SHIRATORI and T. SASAKI. 1988. Variation in fruiting body production of protoclonos of oyster mushroom. HortScience.

MUEZ, M.A., PARDO, J., 2002. La preparación del sustrato, La biología y el cultivo de *Pleurotus* spp., J.E. Sánchez, D.J. Royse (eds.), Ecosur/Ed. Limusa, México, pp. 157-186.

MENDEZA y DIAZ 1981. Tecnología de Cultivo de setas comestibles. Editorial Mundi-Prensa. Madrid España.

MushWorld. 2005. Manual del cultivo de hongo 1. Publicado por MushWorld. Impreso en la República de Corea. www. MushWorld.com.

MANU-TAWIAH Y MARTIN, 1987-1988. New Technology on high speed and high yield cultivation of *Pleurotus*. Ed. Golden Shield Press.

MENDEZA y DIAZ 1983. Manual de Cultivo de Hongos. Tercera Edición.

MUÑOZ Y COL, 1996. ENCICLOPEDIA DE LAS SETAS COMESTIBLES.

NAVARRO, S. 2005. Biotecnología de los Hongos.

ORENSANZ, J.V. & NAVARRO, C. 1979. Cultivo de *Pleurotus ostreatus* sobre madera. Hojas Divulgadoras Núm 3/79 HD. Ministerio de Agricultura, Pesca y Alimentación. Madrid

PATRA, A.K., PANI, B.K., 1995. Evaluation of banana leaf as a new alternate substrate to paddy straw for oyster mushroom cultivation. J. Phytol.

PIRE, D.V. 2001. Las asombrosas setas. Mayo 15. Argentina.

PARDO, V.M. 1999. Hongos fitopatógenos de Colombia. Universidad Nacional de Colombia, Sede Medellín. Centro de Publicaciones de la Universidad Nacional de Colombia. 166p.

PLATT, 1981. Antioxidants properties of wood destroying basidiomycetes. Mikologiya Fitopatologiya, 26(6): 486-492.

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.

QUIMIO, 1986. Una alternativa productiva Alimenticia. La seta de la esperanza.

RAJARATHNAM & BANO, 1989. Introducción a la Micología Moderna. Tercera Edición.

RAJARATHNAM, 1986. Technical guidelines for mushrooms growing in the tropics. FAO.

RAYPECK, 1977. Cultivation of edible mushrooms on cotton waste. Themycologis

SALMONES, D., K. WALISZEWSKI and G. GUZMÁN. 1996a. Use of some agroindustrial lignocelluloses by-products for edible mushroom *Volvariella volvacea* cultivation. Rev. Int. Contam. Ambient.

SÁNCHEZ, José y DANIEL J. (2001), La biología y el cultivo de *Pleurotus* spp, Impreso en México, ECOSUR.

SOLOMON, E.P. BERG, L.R. MARTIN, D. W. VILLEE, C 1996. Biología de Ville. Tercera Edición. Ed. Interamericana McGraw-Hill. México, D.F.

SALMONES, D., R. GAITÁN-HERNÁNDEZ, R. PÉREZ and G. GUZMÁN. 1996. Estudios sobre el género *Pleurotus*. VIII. Interacción entre crecimiento micelial y productividad. Rev. Iberam. Micol.

STEINECK, 1986-1987. Composición proteica del *Pleurotus ostreatus var. florida*.

SANETTY A y RONAL, M. 1996 Efecto de diferentes residuos agroindustriales na micelação de *Pleurotus sp "Florida*, en ubelandia, MG. Pesq. Agropec. Bras. Brasilia, v.31,n.3. Pp215-220, mar.

SUSLOW, 2007. Evaluación del control microbiológico y químico de *Plutella xylostella* en coliflor *Brassica oleracea*. Sede Regional del Atlántico.

SRIVASTAVA & BANO, 1970-. Introducción a la Biotecnología de los hongos.

STOLZER y GRABBE, 1991. Mushroom biology, Concise Basics and current development. First Edition. Ed. World Cientific.

SHU-TING, 1997-1998. Biología de las setas. Fundamentos Básicos y conocimientos actuales. Hong Cong. World Scientific.133 p.

STAMETS, P. 2000. Growing gourmet and medicinal mushrooms. Third Ed. Ten Speed Press.

STAMETS, P. & CHILTON, J.S. 1983. The Mushroom Cultivator. Washington. Ed. Agarikon Press Olimpia. 415p.

SÁNCHEZ M. 2001. Tecnología de Cultivo de Hongos. Editorial Acribia. s.a. Zaragoza. España.

TRESCHOU, Effect of potassium fertilizer on the yeld and the quality of *Pleurotus ostreatus*. Siyongjun Xuevau, China. Acta Edulis.

TORREZ, M. G. 2003. Potencial de la micobiota native comestible y medicinal en el municipio de Quibdo. Investigadora Asociada. Universidad Tecnológica del Chocó.

VASCONEZ César 2003. Proyecto de Investigación de la Utilización de Desechos Vegetales para la Elaboración de Harinas como Suplemento Alimenticio para Animales. Universidad Técnica de Ambato, Facultad de Ciencia e Ingeniería en Alimentos Ambato-Ecuador.

VIJAY, B., SOHI, 1987. Cultivation of oyster mushroom *Pleurotus sajor-caju* (Fr.) Singer onchemically sterilised wheat straw. *Mush. J. Tropics*.

VOLTZ, 1972. Growing gourmet and medicinal mushrooms. First Edition.

WASSER S. P. and A. L. WEIS. 1999. Therepeutic effects of substances occurring in higher Basidiomycetes mushrooms: a modern perspective//Critical Reviews in Immunology.

ZADRAZIL, F. (1974). Cultivation of *Pleurotus*. p. 521-557. En: Shu-Ting, Ch., Hayes, W.A., Miles, P.G. & Chang S.T. (eds.). The biology and cultivatation of edible mushrooms. New York. Academic Press.

Páginas Web:

http://venezuela.acambiode.com/intercambio_comercializacion.html

www.agapea.com/libros/Comercializacion-de-productos-organicos/girgolas

www.igoooh.com/tags/comercialización

www.micestadesetas.com/girgolascongelas.

<http://www.wikipedia.com.htm>

<http://www.encartaenciclopedia.libre.com/.htm>

<http://www.cdeea.com/.htm>

<http://www.fao.org/DOCREP/V7180S/v7180s05.htm>. 2006

<http://www.sica.gov.ec.htm>

<http://www.infoagro.com.htm>

<http://www.librohispano.com.htm>

<http://www.infororganic.com.htm>

<http://www.ecologia.edu.com.htm>

<http://www.scribd.com/doc/92375/APROVECHAMIENTO-DE-LAS-ESPORAS-DE-PLEUROTUS-PARA-CULTIVO.htm>

<http://setascultivadas.com/manualescultivo.html>

<http://fichas.infojardin.com/hortalizas-verduras/pleurotus-girgola-seta-comun-ostra-hongos-ostras.htm>

<http://www.micofora.com/blog/2009/01/pleurotus-ostreatus.html>