



UNIVERSIDAD ESTATAL DE BOLÍVAR

Facultad de Ciencias Agropecuarias Recursos

Naturales y del Ambiente

Carrera de Ingeniería Agroindustrial

TEMA:

**EVALUACIÓN DE RESIDUOS AGRÍCOLAS PREDOMINANTES EN LA
PROVINCIA BOLÍVAR PARA PRODUCCIÓN DE HONGOS TIPO
OSTRA (*Pleurotus ostreatus*) POR FERMENTACIÓN SÓLIDA**

Proyecto de Investigación previo a la obtención del Título de Ingeniero Agroindustrial, otorgado por la Universidad Estatal de Bolívar a través de la Facultad de Ciencias Agropecuarias, Recursos Naturales y del Ambiente, Carrera de Ingeniería Agroindustrial.

AUTORES:

LILIANA NATALY BORJA BORJA

WILSON GEOVANNY SEGURA QUINTANA

DIRECTORA:

Dra. María Bernarda Ruilova PhD.

Guaranda - Ecuador

Agosto – 2016

TEMA:

**EVALUACIÓN DE RESIDUOS AGRÍCOLAS PREDOMINANTES EN LA
PROVINCIA BOLÍVAR PARA PRODUCCIÓN DE HONGOS TIPO
OSTRA (*Pleurotus ostreatus*) POR FERMENTACIÓN SÓLIDA**

REVISADO Y APROBADO POR:

Dra. María Bernarda Ruilova Cueva PhD.

DIRECTORA

Dr. Moisés Arreguín Sámano PhD.

BIOMETRISTA

Dr. Hugo Fabián Vásquez Coloma PhD.

REDACCIÓN TÉCNICA

CERTIFICACIÓN DE AUTORÍA

Yo, Borja Borja Liliana Nataly, con CI. 0202082830 y Segura Quintana Wilson Geovanny, con CI. 2100473392, declaramos que el trabajo y los resultados presentados en este informe, no han sido previamente presentados para ningún grado o calificación profesional; y, que las referencias bibliográficas que se incluyen han sido consultadas y citadas con su respectivo autor(es).

La Universidad Estatal de Bolívar, puede hacer uso de los derechos de publicación correspondientes a este trabajo, según lo establecido por la Ley de Propiedad Intelectual, su Reglamentación y la Normativa Institucional vigente.

Liliana Nataly Borja Borja

CI 0202082830

Wilson Geovanny Segura Quintana

CI 2100473392

Dra. María Bernarda Ruilova Cueva PhD.

CI 0701189433

DIRECTORA

Dr. Hugo Fabián Vásquez Coloma PhD.

CI 200852523

REDACCIÓN TÉCNICA

DEDICATORIA

A Dios por haberme concedido la oportunidad de vivir y por estar conmigo en cada paso fortaleciendo mi corazón y mi mente.

A mis padres Víctor Borja y Judith Borja por su constancia, por sus valores, por recordarme cada día que una caída no es una derrota.

A mi hijo Víctor Gabriel mi compañero, mi amigo, mi mayor bendición por ser mi inspiración y mi complemento de vida.

A mis hermanos Margeory y Johnny por sus consejos, porque nunca dejaron de confiar en mí y apoyarme.

Liliana

Un sueño alcanzando es un objetivo más que me llena de éxitos logrados a mi persona y a mi familia con la Bendición de Dios dedico este trabajo a mis Padres Wilson Segura; Marcia Quintana y hermanos Delfa Segura; Edwin Segura; que me apoyaron incondicionalmente para culminar con éxito una meta más.

Wilson

AGRADECIMIENTO

A Dios, por presentarme todas esas dificultades para con fe y fortaleza salir siempre adelante, por bendecir cada día de mi vida y darme la oportunidad de tener una profesión.

A mis padres Víctor y Judith por su amor, confianza y apoyo tanto moral y económico.

A mi hijo Víctor Gabriel quien me dio fuerzas para ser constante.

A mis hermanos Margeory y Johnny quienes ayudaron a cumplir este sueño tan anhelado.

A mi persona favorita Wilson Geovanny, por enseñarme que al final gana quien a pesar de los problemas, todas las mañanas se levanta para ser frente a la vida.

Liliana

Al padre celestial que con su manto y su bendición ha protegido en esta misión a mis padres Wilson y Marcia por su amor y paciencia.

A mis hermanos Delfa y Edwin por su apoyo.

A una mujer de gran valía que llena mi corazón alma y espíritu de amor Nataly Borja.

Wilson

ÍNDICE DE CONTENIDOS

CAPÍTULO	DESCRIPCIÓN	PÁGINA
	TEMA:	I
	CERTIFICACIÓN DE AUTORÍA	II
	DEDICATORIA.....	III
	AGRADECIMIENTO.....	IV
	ÍNDICE DE CONTENIDOS	V
	ÍNDICE DE TABLAS	XIII
	ÍNDICE DE GRÁFICOS	XVII
	ÍNDICE DE ANEXOS.....	XVIII
	RESUMEN.....	XIX
I.	INTRODUCCIÓN.....	2
II.	PROBLEMA.....	4
III.	MARCO TEÓRICO	6
3.1.	Generalidades de los hongos <i>Pleurotus ssp.</i>	6
3.1.1.	Hongos comestibles (<i>Pleurotus ostreatus</i>).....	7
3.2.	Morfología <i>Pleurotus ostreatus</i>	8
3.3.	Clasificación taxonómica del hongo <i>Pleurotus ostreatus</i>	9
3.3.1.	El ciclo de reproducción del hongo <i>Pleurotus ostreatus</i>	9
3.4.	Residuos agroindustriales (Usos, composición e importancia en la agroindustria)	10
3.5.	Composición de los sustratos	12
3.5.1.	Celulosa.....	12
3.5.1.1.	Hemicelulosa.....	12
3.5.1.2.	Lignina	13
3.5.1.3.	Extractivos.....	13

3.5.2.	Principales sustratos	13
3.5.2.1.	Paja de cereales	14
3.5.2.2.	Salvado	14
3.5.2.3.	Composición físico química del sustrato de paja de cebada	14
3.5.2.4.	Composición fisicoquímica del sustrato de bagazo de caña de azúcar (<i>Saccharum officinarum L.</i>)	15
3.5.2.5.	Composición fisicoquímica de la cascara de fréjol	16
3.5.2.6.	Composición fisicoquímica del sustrato de salvado de quinua	16
3.6.	CULTIVO DEL HONGO <i>Pleurotus ostreatus</i> E INDICADORES DE PRODUCTIVIDAD	17
3.6.1.	Cultivo del hongo <i>Pleurotus ostreatus</i>	17
3.6.2.	Valor nutricional del hongo <i>Pleurotus ostreatus</i>	18
3.6.3.	Los hongos como alimento	18
3.7.	PROPIEDADES MEDICINALES DEL <i>Pleurotus ostreatus</i>	19
3.7.1.	Efectos antitumorales	20
3.7.2.	Efectos antivirales	20
3.7.3.	Efecto antiinflamatorio	20
3.7.4.	Control del colesterol	20
3.7.5.	Efecto antioxidante	21
3.7.6.	FERMENTACIÓN EN ESTADO SÓLIDO	21
3.7.7.	Condiciones ambientales	22
3.7.7.1.	Temperatura	22
3.7.7.2.	Humedad	23
3.7.7.3.	Aireación	23
3.7.7.4.	Indicadores de productividad	23
3.7.7.4.1.	Tiempo de aparición de primordios	23

3.7.7.4.2.	Número de racimos en cada tratamiento	24
3.7.7.4.3.	Número de carpóforos por racimo o penca	24
3.7.7.4.4.	Tamaño de los carpóforos por racimo (ancho y longitud)	24
3.7.7.4.5.	Peso del hongo fresco.....	25
3.7.7.4.6.	%Eficiencia Bilógica.....	25
3.7.7.4.7.	Tasa de Producción	26
3.7.7.4.8.	Contenido de proteína en el hongo.....	27
3.7.7.4.9.	Proteína y nitrógeno del sustrato agotado (PNSA)	27
3.8.	INDICADORES FINANCIEROS Y FACTIBILIDAD DE LA PRODUCCIÓN DE HONGOS COMESTIBLES.....	28
3.8.1.	Demanda.....	28
3.8.2.	Oferta.....	28
3.8.3.	Criterios de evaluación económica	28
IV.	MARCO METODOLÓGICO	30
4.1.	UBICACIÓN DEL EXPERIENTO	30
4.2.	Situación geográfica y climática de la localidad.....	30
4.2.1.	Zona de vida	30
4.3.	MATERIALES.....	31
4.3.1.	Material experimental	31
4.3.2.	Aditivos	31
4.3.3.	Equipos y materiales	31
4.3.4.	Material de laboratorio	31
4.3.5.	Materiales oficina.....	32
4.4.	MÉTODOS.....	32
4.4.1.	Factores en estudio	32
4.4.2.	Características del experimento	33

4.4.3.	Tipo de diseño experimental	33
4.4.3.1.	Características generales del Diseño Completamente al Azar (DCA)	34
4.4.3.2.	Esquema de Análisis de Varianza	34
4.4.3.3.	Características generales del Diseño Completamente al Azar (DCA)	35
4.5.	MEDICIONES EXPERIMENTALES	36
4.5.1.	Potencial de hidrogeno	36
4.5.2.	Humedad	36
4.5.3.	Cenizas	36
4.5.4.	Fibra	36
4.5.5.	Proteína.....	36
4.6.	DATOS REGISTRADOS EN LA PRODUCCIÓN DE HONGOS ..	37
4.6.1.	Tiempo de aparición de primordios (TAP)	37
4.6.2.	Número de racimos en cada tratamiento (NRT)	37
4.6.3.	Número de carpóforos por racimo o penca (NCR)	37
4.6.4.	Tamaño de los carpóforos por racimo (TC)	37
4.6.5.	Peso del hongo fresco.....	37
4.6.6.	Eficiencia biológica (EB)	37
4.6.7.	Tasa de producción.....	38
4.6.8.	Contenido de Proteína en el hongo (CPH)	38
4.6.9.	Proteína y nitrógeno del sustrato agotado (PNSA)	38
4.7.	MANEJO DEL EXPERIMENTO.....	38
4.7.1.	Cultivo de hongos <i>Pleurotus ostreatus</i>	38
4.7.2.	Recolección y acondicionamiento de sustratos:	38
4.7.3.	Siembra.....	39
4.7.4.	Fructificación	39
4.7.5.	Cosecha	40

V.	RESULTADOS Y DISCUSIÓN.....	41
5.1.	RESULTADOS.....	41
5.1.1.	Caracterización fisicoquímica de los residuos agrícolas.....	41
5.1.1.1.	Contenido de humedad, ceniza, fibra cruda y potencial de hidrógeno (pH) de los sustratos utilizados	41
5.1.1.2.	Contenido de humedad, cenizas, fibra cruda y potencial de hidrógeno pH de las mezclas de sustratos	42
5.1.1.3.	Contenido de proteína y nitrógeno en base seca de los residuos agrícolas	42
5.2.	MEDICIÓN DE LOS INDICADORES DE PRODUCTIVIDAD.....	43
5.2.1.	Variable N° 1. Tiempo de aparición de primordios (TAP).....	43
5.2.2.	Variable N° 2. Número de racimos en cada tratamiento (NRT).....	46
5.2.3.	Variable N° 3. Número de carpóforos por racimo o penca (NCR)....	49
5.2.4.	Variable N°4. Tamaño de los carpóforos por racimo (TCR) ancho... 52	
5.2.5.	Variable N° 5. Tamaño de los carpóforos por racimo (TCR) longitud	55
5.2.6.	Variable N° 6. Peso del hongo fresco (PHF)	58
5.2.7.	Variable N° 7. Eficiencia biológica (EB).....	61
5.2.9.	Variable N° 9. Contenido de proteína en el hongo (CPH)	67
5.2.10.	Variable N° 10 Proteína y nitrógeno del sustrato agotado (PNSA) ...	70
5.3.	DISCUSIÓN.....	71
5.3.1.	CARACTERIZACIÓN QUÍMICA DE LOS SUSTRATOS.....	71
5.3.1.1.	Contenido de proteína y nitrógeno en base seca de los sustratos utilizados	71
5.3.1.2.	Contenido de humedad, ceniza, fibra cruda y potencial de hidrógeno pH de los sustratos.....	71

5.3.2.	Contenido de humedad, cenizas, fibra cruda y potencial de hidrógeno pH de las mezclas de sustratos según el diseño experimental.....	71
5.3.3.	Tiempo de aparición de primordios (TAP)	72
5.3.4.	Número de racimos en cada tratamiento (NRT)	72
5.3.5.	Número de carpóforos por racimo o penca (NCR)	73
5.3.6.	Tamaño de los carpóforos por racimo (TCR)	73
5.3.7.	Peso del hongo fresco (PHF).....	73
5.3.8.	Eficiencia biológica (EB)	74
5.3.9.	Tasa de producción (TP)	74
5.3.10.	Contenido de Proteína en el hongo (CPH)	74
5.3.11.	Proteína y nitrógeno del sustrato agotado (PNSA)	75
5.4.	EVALUACIÓN DE LOS INDICADORES FINANCIEROS QUE CONTEMPLE LOS DIVERSOS COSTOS Y ANALICE LA VIABILIDAD Y RENTABILIDAD DEL PROYECTO.....	75
5.4.1.	Análisis de la inversión	75
5.4.1.1.	Inversión fija	75
5.4.1.2.	Inversión en activos.....	76
5.4.2.	Costos y gastos	77
5.4.2.1.	Costos variables.....	77
5.4.2.2.	Gastos administrativos	78
5.4.3.	Gastos de comercialización.....	78
5.4.4.	Depreciación.....	79
5.4.5.	Capital de trabajo	80
5.4.6.	Detalle de financiamiento.....	80
5.4.7.	Amortización.....	80
5.4.8.	Ingresos	81
5.4.9.	Flujo de caja	82
		X

5.4.10.	Evaluación financiera.....	83
5.4.11.	Tasa interna de retorno.....	83
5.4.12.	Valor actual neto	83
5.4.13.	Relación beneficio-costos.....	83
5.4.14.	Punto de equilibrio	84
5.4.15.	Estado de pérdidas y ganancias.....	85
5.5.	TERRENO Y OBRA CIVIL.....	85
VI.	COMPROBACIÓN DE LA HIPÓTESIS.....	87
6.1.	HIPÓTESIS.....	87
6.2.	ANÁLISIS DE COMPROBACIÓN DE LA HIPÓTESIS	87
VII.	CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES.....	88
7.1.	CONCLUSIONES:	88
7.2.	RECOMENDACIONES	89
	BIBLIOGRAFÍA.....	90
	ANEXOS	98

ÍNDICE DE CUADROS

Cuadro N° 1. Clasificación taxonómica del hongo <i>Pleurotus ostreatus</i>	9
Cuadro N° 2. Composición de sustratos secos	14
Cuadro N° 3. Composición de la paja de cebada por 100g	15
Cuadro N° 4. Composición de la fibra del bagazo de caña	15
Cuadro N° 5. Composición de la cascara de fréjol	16
Cuadro N° 6. Composición fisicoquímica del sustrato de salvado de quinua	17
Cuadro N° 7. Contenido nutricional del hongo comestible <i>Pleurotus ostreatus</i>	19
Cuadro N° 8. Proyección de población por años, para el periodo 2014 – 2020 .	28

ÍNDICE DE TABLAS

Tabla N° 1. Localización del experimento.....	30
Tabla N° 2. Situación geográfica y climática.....	30
Tabla N° 3. Factores en estudio	33
Tabla N° 4. Características generales del Diseño Completamente al Azar (DCA)	34
Tabla N° 5. Esquema de Análisis de Varianza	34
Tabla N° 6. Grados de libertad del diseño experimental	35
Tabla N° 7. Contenido de humedad, ceniza, fibra cruda y potencial de hidrógeno pH de los sustratos	41
Tabla N° 8. Contenido de humedad, cenizas, fibra cruda y potencial de hidrógeno pH de las mezclas de sustratos según el diseño experimental	42
Tabla N° 9. Porcentaje de proteína y nitrógeno en base seca de los sustratos utilizados	43
Tabla N° 10. Resultados promedios de los tratamientos en la variable tiempo de aparición de primordios (TAP)	44
Tabla N° 11. Resumen del análisis de varianza (ADEVA) para evaluar la variable tiempo de aparición de primordios (TAP).....	44
Tabla N° 12. Resumen de los coeficientes para el modelo matemático para la variable tiempo de aparición de primordios (TAP).....	45
Tabla N° 13. Pruebas de comparación de Túkey para la variable tiempo de aparición de primordios (TAP)	45
Tabla N° 14. Resultados promedios en la variable número de racimos en cada tratamiento (NRT).....	47
Tabla N° 15. Resumen del análisis de varianza (ADEVA) para evaluar la variable número de racimos en cada tratamiento (NRT)	47
Tabla N° 16. Resumen de los coeficientes para el modelo matemático para la variable número de racimos en cada tratamiento (NRT)	48
Tabla N° 17. Pruebas de comparación de Túkey para la variable número de racimos en cada tratamiento (NRT)	49
Tabla N° 18. Resultados promedios de los tratamientos en la variable número de carpóforos por racimo o penca (NCR).....	50

Tabla N° 19. Resumen del análisis de varianza (ADEVA) para evaluar la variable número de carpóforos por racimo o penca (NCR)	50
Tabla N° 20. Resumen de los coeficientes para el modelo matemático de la variable número de carpóforos por racimo o penca (NCR)	51
Tabla N° 21. Pruebas de comparación de Túkey para la variable número de carpóforos por racimo o penca (NCR)	52
Tabla N° 22. Resultados promedios de los tratamientos en la variable tamaño de los carpóforos por racimo (TCR) ancho.....	53
Tabla N° 23. Resumen del análisis de varianza (ADEVA) para evaluar la variable tamaño de los carpóforos por racimo (TCR) ancho	53
Tabla N° 24. Resumen de los Coeficientes para el modelo matemático de la variable tamaño de los carpóforos por racimo (TCR) ancho.	54
Tabla N° 25. Pruebas de comparación de Tukey para la variable tamaño de los carpóforos por racimo (TCR) ancho	55
Tabla N° 26. Resultados promedios de los tratamientos en la variable tamaño de los carpóforos por racimo (TCR) longitud.....	56
Tabla N° 27. Resumen del análisis de varianza (ADEVA) para evaluar la variable tamaño de los carpóforos por racimo (TCR) longitud	56
Tabla N° 28. Resumen de los coeficientes para el modelo matemático de la variable tamaño de los carpóforos por racimo (TCR) longitud	57
Tabla N° 29. Pruebas de comparación de Túkey para la variable tamaño de los carpóforos por racimo (TCR) longitud.	58
Tabla N° 30. Resultados promedios de los tratamientos en la variable peso del hongo fresco (PHF)	59
Tabla N° 31. Resumen del análisis de varianza (ADEVA) para evaluar la variable peso del hongo fresco (PHF)	59
Tabla N° 32. Resumen de los coeficientes para el modelo matemático de la variable peso del hongo fresco (PHF)	60
Tabla N° 33. Pruebas de comparación de Tukey para la variable peso del hongo fresco (PHF)	61
Tabla N° 34. Resultados promedios de los tratamientos en la variable eficiencia biológica (EB)	62

Tabla N° 35. Resumen del análisis de varianza (ADEVA) para evaluar la variable eficiencia biológica (EB).....	62
Tabla N° 36. Resumen de los Coeficientes para el modelo matemático de la variable eficiencia biológica (EB).....	63
Tabla N° 37. Pruebas de comparación de Túkey para la variable eficiencia biológica (EB).....	64
Tabla N° 38. Resultados promedios de los tratamientos en la variable tasa de producción (TP)	65
Tabla N° 39. Resumen del análisis de varianza (ADEVA) para evaluar la variable tasa de producción (TP)	65
Tabla N° 40. Resumen del análisis de varianza (ADEVA) para evaluar la variable Tasa de Producción (TP).....	66
Tabla N° 41. Pruebas de comparación de Tukey para la variable tasa de producción (TP)	67
Tabla N° 42. Resultados promedios de los tratamientos en la variable contenido de proteína en el hongo (CPH).....	68
Tabla N° 43. Resumen del análisis de varianza (ADEVA) para evaluar la variable contenido de proteína (CP).....	68
Tabla N° 44. Resumen del análisis de varianza (ADEVA) para evaluar la variable contenido de proteína (CP).....	69
Tabla N° 45. Pruebas de comparación de Túkey para la variable contenido de proteína (CP)	70
Tabla N° 46. Proteína y nitrógeno del sustrato agotado (PNSA).....	70
Tabla N° 47. Activo fijo de producción.....	76
Tabla N° 48. Costos variables.....	77
Tabla N° 49. Gastos administrativos.....	78
Tabla N° 50. Gastos de comercialización	78
Tabla N° 51. Depreciación.....	79
Tabla N° 52. Amortización	81
Tabla N° 53. Ingresos proyectados durante los 5 primeros años del proyecto. Terreno y obra civil.....	81
Tabla N° 54. Flujo de caja del proyecto.....	82

Tabla N° 55. Tasa interés referencial	83
Tabla N° 56. Punto de equilibrio para cada uno de los años.....	84
Tabla N° 57. Estado de pérdidas y ganancias	85

ÍNDICE DE GRÁFICOS

Gráfico N° 1. Reproducción de los hongos del género <i>Pleurotus ostreatus</i>	10
Gráfico N° 2. Fermentación sólida.....	22
Gráfico N° 3. Resultados promedios de los tratamientos en la variable tiempo de aparición de primordios (TAP)	45
Gráfico N° 4. Resultados promedios en la variable Número de racimos en cada tratamiento (NRT).....	48
Gráfico N° 5. Resultados promedios de los tratamientos en la variable Número de carpóforos por racimo o penca (NCR).....	51
Gráfico N° 6. Resultados promedios de los tratamientos en la variable Tamaño de los carpóforos por racimo (TCR) ancho.....	54
Gráfico N° 7. Resultados promedios de los tratamientos en la variable Tamaño de los carpóforos por racimo (TCR) longitud.....	57
Gráfico N° 8. Resultados promedios de los tratamientos en la variable Peso del hongo fresco (PHF)	60
Gráfico N° 9. Resultados promedios de los tratamientos en la variable Eficiencia biológica (EB)	63
Gráfico N° 10. Resultados promedios de los tratamientos en la variable tasa de producción (TP)	66
Gráfico N° 11. Resultados promedios de los tratamientos en la variable contenido de proteína en el hongo (CPH).....	69
Gráfico N° 12. Planta de producción de Hongos comestibles	86

ÍNDICE DE ANEXOS

Anexo 1. Mapa de ubicación de experimento	99
Anexo 2. Resultados de los análisis físico químicos de los sustratos y de las mezclas.....	100
Anexo 3. Analisis de sustrato agotado	104
Anexo 4. Analisis bromatologico del cuerpo frutifero del hongo.....	105
Anexo 5. Base de datos experimentales.....	109
Anexo 6. Tablas de Fisher y Tukey	111
Anexo 7. Diagrama de flujo	112
Anexo 8. Fotografías del desarrollo del proyecto de investigación	113
Anexo 9. Glosario de términos.....	120

RESUMEN

Con una población en constante crecimiento, los organismos mundiales como la FAO incentivan a producir alimentos. Cada año se generan grandes cantidades de residuos de las cosechas que en su mayoría son quemados causando un impacto negativo al ambiente, esta biomasa residual se la puede utilizar para la producción de hongos comestibles como el *Pleurotus ostreatus* utilizando tecnologías limpias.

En esta investigación se planteó utilizar los residuos agrícolas predominantes en la provincia de Bolívar para el cultivo del hongo ostra, como son: vainas de fréjol, paja de cebada, bagazo de caña de azúcar y como fuente nitrogenada se utilizó salvado de quinua. Se plantearon como objetivos: La caracterización de la composición físico-química de los residuos agrícolas (humedad, cenizas, pH, fibra cruda, porcentaje de proteína y nitrógeno) y la evaluación de la producción del hongo cultivado sobre las mezclas conformadas por los residuos seleccionados. Se aplicó un diseño experimental DCA, los indicadores de productividad fueron: tiempo de aparición de primordios, número de racimos en cada tratamiento, número de carpóforos por racimo, tamaño de los carpóforos por racimo, peso del hongo fresco, eficiencia biológica, tasa de producción y contenido de proteína del hongo. El mejor tratamiento de la investigación fue T2, presentando datos promedio de: 24 días para el tiempo de aparición de primordios, cinco racimos por tratamiento, siete carpóforos por racimo, con un tamaño promedio de 6,10 cm; y un peso promedio de 493,3 g, obteniéndose el valor más alto para la EB (96,23%) y en cuanto al contenido de proteína presentó un valor del 21% (en base húmeda). Los valores se encuentran dentro de los rangos reportados en bibliografía.

Finalmente, se realizó la evaluación de los indicadores financieros que contemplaron los diversos costos de inversión para la viabilidad y rentabilidad del proyecto aprovechando los sustratos que en esta investigación se hizo uso, para determinar el VAN, el que resultó positivo e igual a \$ 76.294,26, el TIR fue igual al 84% y la relación beneficio-costos de \$ 2,47; valores que demuestran la viabilidad del proyecto.

Palabras clave: sustrato, agrícolas, producción, hongo, indicadores

SUMMARY

With a growing population, global organizations such as FAO incentives to produce food. Every year large amounts of crop residues that are mostly burned causing a negative impact on the environment are generated, this residual biomass can be used for the production of edible fungi as the *Pleurotus ostreatus* using clean technologies.

This research was raised using the predominant agricultural waste in the province of Bolivar for oyster mushroom cultivation, such as: pods of beans, barley straw, bagasse from sugar cane and as nitrogen source used bran quinoa. Objectives were: characterization of the physico-chemical agricultural waste (moisture, ash, pH, crude fiber, protein percentage and nitrogen) and assessment of production cultivated on the shaped by waste mixtures fungus selected composition. An experimental design DCA was applied, the productivity indicators were: time to onset of primordia, number of bunch in each treatment, number of fruiting bodies per bunch, size of fruiting bodies per bunch, weight of fresh mushroom, biological efficiency, production rate and protein content of the fungus. The best treatment of the research was T2, presenting data average: 24 days to the time of appearance of primordia, five bunches per treatment, seven Carpophores per bunch, with an average size of 6.10 cm; and an average weight of 493.3 g, yield the highest value for the EB (96.23 %) and the content of protein presented a value of 21 % (wet basis). The values are within the ranges reported in the literature.

Finally, evaluation of financial indicators that looked different investment costs for the viability and profitability of the project leveraging substrates in this study was used to determine the NPV, which was positive and equal to \$ 76.294,26 was made the TIR was equal to 84 % and the cost / benefit ratio of \$ 2,47; values that demonstrate the feasibility of the project.

Keywords: soil, agriculture, production, mushroom, indicators

I. INTRODUCCIÓN

Según la Organización de las Naciones Unidas para la Agricultura y la Alimentación (FAO), 400 millones de hectáreas equivalentes al 28% de la superficie agrícola del mundo se usan anualmente para producir alimentos, que generan cantidades considerables de residuos o desechos agrícolas, que en su mayoría son quemados (80 %), mientras que solo el 15 % sirve como alimento para animales, el 4,5 % se reincorpora al suelo sin haberse realizado una descomposición previa y el restante 0,5 % se usa como materia prima en industrias papeleras, de aglomerados, entre otras (Vargas, J.; et al, 2001).

En países Latino Americanos especialmente en los países andinos los sustratos más utilizados para el cultivo de estos hongos son las pajas de cebada, trigo centeno, avena, rastrojos de las cosechas, bagazos, entre otros. Algunas veces, es recomendable hacer una combinación de sustratos en diferentes proporciones para incrementar la producción de hongos (Gaitán, R.; et al, 2002).

El *Pleurotus ostreatus* es una variedad de hongo comestible el cual tiene la facilidad de crecer sobre residuos lignocelulósicos y en un amplio rango de temperaturas (18-35 °C), estas condiciones hacen que su cultivo sea el más sencillo de todos los hongos cultivados comercialmente (Ardón, C. 2004).

Nuestro país cuenta con una variedad de climas en sus regiones, con condiciones adecuadas para el cultivo de hongos comestibles. (Ruilova, M., et al, 2014), utilizó los rastrojos de maíz, lenteja, bagazo de caña de azúcar, pajas de cebada, trigo y cascarilla de arroz, para el cultivo del hongo *Pleurotus ostreatus* obteniendo buenos resultados; así mismo los pequeños productores del proyecto Sumaco cultivan este tipo de hongo a partir del año 2007 (López, C., et al, 2014).

Este trabajo tuvo como objetivo evaluar los residuos agrícolas predominantes en la provincia Bolívar, Ecuador, desde el punto de vista de su composición físico-química para su empleo en el cultivo del hongo *Pleurotus ostreatus*, como una alternativa de aprovechamiento de los desechos de las cosechas para obtener alimentos nutritivos, a bajo costo monetario y en cortos periodos de tiempo.

Se establecieron como objetivos:

- ❖ La caracterización en su composición físico-química de los residuos agrícolas: vainas de fréjol, paja de cebada, bagazo de caña de azúcar y salvado de quinua como fuente nitrogenada.
- ❖ La evaluación de la producción obtenida en cada una de las mezclas de residuos agrícolas mediante indicadores de productividad (Tiempo de aparición de primordios, Número de racimos en cada tratamiento, Número de carpóforos por racimo, Tamaño de los carpóforos por racimo, Peso del hongo fresco, Eficiencia biológica, Tasa de producción) y Contenido de proteína del hongo.
- ❖ La evaluación de los indicadores financieros que contemple los diversos costos y analice la viabilidad y rentabilidad del proyecto.

II. PROBLEMA

En los diferentes países del mundo dedicados a la agricultura y a la agroindustria se generan diversos residuos o desechos agrícolas que pueden ser utilizadas para la producción de alimentos como es el caso del cultivo de Hongos comestibles.

En el Ecuador la producción agrícola es una fuente importante para su población. De esta actividad se generan gran cantidad de residuos, evidenciándose un poco aprovechamiento de los mismos, debido a la falta de transferencia de tecnología a los agricultores, que involucre el conocimiento hacia otros usos alimenticios y beneficios económicos que se puede obtener al utilizar estos residuos.

La provincia Bolívar que tiene una eminente producción agrícola, sobresalen los cultivos de: cereales, caña de azúcar, hortalizas, tubérculos, frutas, entre otros, lo cual genera desechos agrícolas sin ser en su mayoría aprovechados en otros usos tecnológicos.

Mediante lo expuesto como problemática; el uso de los desechos generados por la agricultura, es evidente que necesitamos dar una respuesta favorable que vaya encaminada a disminuir el impacto ambiental y por otro lado en la lucha contra el hambre. Esta propuesta es consecuente al crecimiento de la población y a la necesidad de buscar otras alternativas para la producción de alimentos, donde se involucren las familias, mejorando sus condiciones de vida. En este sentido se plantea la siguiente pregunta que ayuda a identificar y dar respuesta al problema:

¿QUE SUSTRATO ES EL ADECUADO PARA PRODUCIR HONGOS DEL GENERO *Pleurotus ostreatus*, ADAPTADOS A NUESTRO MEDIO, DE TAL MANERA QUE SE APROVECHEN LOS RESIDUOS AGRICOLAS?

El interés de esta investigación es el aprovechamiento de los residuos agrícolas de las cosechas como un alternativa para producir alimentos nutritivos como es el caso del cultivo de hongos comestibles del género *Pleurotus ostreatus*, denominados “carne vegetal” el cual constituye una magnífica fuente de proteínas, aminoácidos esenciales que son ricos en lisina y leucina, minerales, vitaminas

como la B1, B2, B12, C, D, niacina y ácido pantoténico, así como ácidos grasos insaturados y un bajo contenido calórico, contribuyendo a la seguridad alimentaria, matriz productiva emprendimiento familiar y a la remediación ambiental en nuestra provincia.

III. MARCO TEÓRICO

3.1. Generalidades de los hongos *Pleurotus ssp.*

El cultivo de hongos es un proceso que permite liberar el recurso tierra ya que permite obtener grandes producciones en relativamente poco espacio (Ruilova, M., et al, 2014), optimiza el uso del agua (en comparación con otras actividades productivas primarias, se necesita solo 28 L de agua para producir un kg de hongos, 500 L para producir un kg de papas, y cerca de 100000 L de agua para producir un kg de carnes de res) (Cánovas y Días 2007; Barriga, P. 2009).

Los hongos son organismos unicelulares, pluricelulares o dimórficos que carecen de clorofila, por lo tanto son heterótrofos¹, es decir, obtienen sus alimentos por absorción y el componente principal de sus paredes celulares es la quitina. El talo o cuerpo vegetativo de los hongos filamentosos está constituido por filamentos delgados llamados hifas, las que presentan crecimiento apical y en conjunto integran el micelio. Los hongos se dividen en microscópicos y macroscópicos. En el caso de los hongos macroscópicos, el micelio está representado por la masa de apariencia algodonosa y por la regular blanquecina que forman un cuerpo de reproducción.

Dentro de los hongos macroscópicos se encuentran los ascomicetes y basidiomicetes, los cuales presentan una reproducción asexual y/o sexual (Calderón, M. 2009).

Se estima que habitan en la tierra entre 1,5 y 2,5 millones de especies de hongos, de las que solamente se conocen 7000, básicamente las especies comestibles. Están ampliamente distribuidos en todo el planeta y prosperan en casi todos los climas: tropicales, subtropicales, templados, fríos, donde existan los elementos indispensables para su existencia: material orgánico y agua (Ardón, L. 2007; Silva *et al*, 2010).

¹ Es un adjetivo que se aplica al ser vivo que no puede tomar una sustancia inorgánica y crear materia orgánica para sí mismo, lo que lo obliga a alimentarse de otros seres vivos.

El conocimiento de los hongos es milenario y su estudio sistematizado tuvo comienzo en los últimos años y está todavía por desarrollar (Calderón, M. 2010).

Los hongos han sido empleados por el hombre desde hace milenios tanto para la alimentación, como para el tratamiento de diferentes enfermedades, siendo los países del lejano oriente, como Japón, China y Corea, los consumidores más habituales. En las últimas décadas, y debido a la comprobación de las diversas actividades biológicas exhibidas por sus metabolitos secundarios, entre las que se encuentran actividades antioxidante, hipocolesterolémica, hipoglucémica, antibacteriana, antiviral, reguladora del sistema cardiovascular, anticancerígena² e inmunomoduladora, se ha intensificado a nivel mundial no solo el cultivo, sino el consumo de este tipo de hongos y el estudio de sus bioactivos (Suárez y Nieto 2013).

3.1.1. Hongos comestibles (*Pleurotus ostreatus*)

Dentro de la gran variedad de hongos comestibles se encuentra el *Pleurotus ostreatus*, el cual ha llegado a considerarse la principal seta comestible en Asia, destacándose no solo por su sabor y calidad sino también por sus propiedades medicinales, tales como efectos antitumorales, antivirales, antiinflamatorios, control del colesterol y efecto antioxidante, entre otros; convirtiéndolo así en un potenciador del sistema inmunológico (Jaramillo y Rodríguez 2005).

Pleurotus ostreatus, es una variedad de hongo fácilmente reconocible por la forma en que crece, su tamaño es relativamente grande, sus laminas blanquecinas que corren por un estípote casi ausente, y su espora de color blanquecino a lila. Fructifica en otoño y en invierno. Un número de especies similares están estrechamente relacionados y el término amplio “Hongo Ostra” se aplica por igual a *Pleurotus ostreatus* (Martínez y López 2010).

Al *Pleurotus ostreatus* se le conoce comúnmente como Hongo Ostra es uno de los más comunes de todos los hongos saprofitos, distribuidos por casi todos los

² Son sustancias que impiden el desarrollo, crecimiento, o proliferación de células tumorales malignas.

bosques tropicales del mundo. Crecen saprofiticamente en otoño y primavera, sobre maderas duras de hoja ancha, a veces coníferas especialmente madera de algodón, roble, aliso, maple, álamo temblón (Staments, P. 2002).

En los últimos años, debido al cambio en los hábitos alimenticios, se ha registrado un aumento creciente en su consumo per cápita (estimado en 0.44 Kg por persona al año, con un crecimiento promedio anual de 3.8%), asociado a su bajo aporte calórico, una baja relación de ácidos grasos saturados³ a insaturados, 2,0- 4,5 una relación fibra dietaría total a fibra cruda mayor que la de los vegetales, una buena digestibilidad ($67.75 \pm 0.54\%$), al contenido en compuestos funcionales (betaglucano y glucosamina), aminoácidos esenciales, minerales, vitaminas y provitaminas (Díaz, C., Claudia, R. *et al* 2014).

3.2. Morfología *Pleurotus ostreatus*

Es un hongo saprobio, que crece en racimos sobre troncos muertos y árboles vivos (principalmente maderas duras, muchas de las veces en coníferas), causando una pudrición blanca. Los hongos del género *Pleurotus ostreatus* son basidiomicetos de pudrición blanca con un alto valor nutricional, propiedades terapéuticas y varias aplicaciones biotecnológicas (Martínez-Carrera *et al* 2010). (Carvajal, G. 2010), señala que el cuerpo de las setas se constituye principalmente de: sombrero, pie reducido y láminas.

- ❖ **Sombrero (Pileo).** Tiene forma de paraguas, más o menos circular, su desarrollo se da en forma de una ostra u oreja. El color es muy variable, crema, blanco grisáceo, pardo, etc. La carne blanca es de olor fuerte, tierno al principio y después correoso.
- ❖ **Láminas (Himenio).** Están dispuestas radialmente como las varillas de un paraguas, que van desde el pie o tallo que lo sostiene, hasta el borde. Son anchas, espaciadas unas de otras, blancas o crema, a veces bifurcadas, y en ellas se producen las esporas destinadas a la reproducción de la especie.

³ Son ácidos grasos no enoicos, que se encuentran presentes en los lípidos, raramente libres, y casi siempre esterificando al glicerol (eventualmente a otros alcoholes).

- ❖ **Pie (Estípite).** Es firme, blanco, algo peludo en la base, muy corto, algo lateral u oblicuo, ligeramente duro, con el principio de las laminillas en la parte de arriba.

3.3. Clasificación taxonómica del hongo *Pleurotus ostreatus*

Cuadro N° 1. Clasificación taxonómica del hongo *Pleurotus ostreatus*

Nombre científico	<i>Pleurotus ostreatus</i>
Reino	Fungi
División	Basidiomycota
Clase	Himenomycetes
Orden	Agaricales
Familia	Tricholomataceae
Género	<i>Pleurotus</i>
Especie	<i>Ostreatus</i>

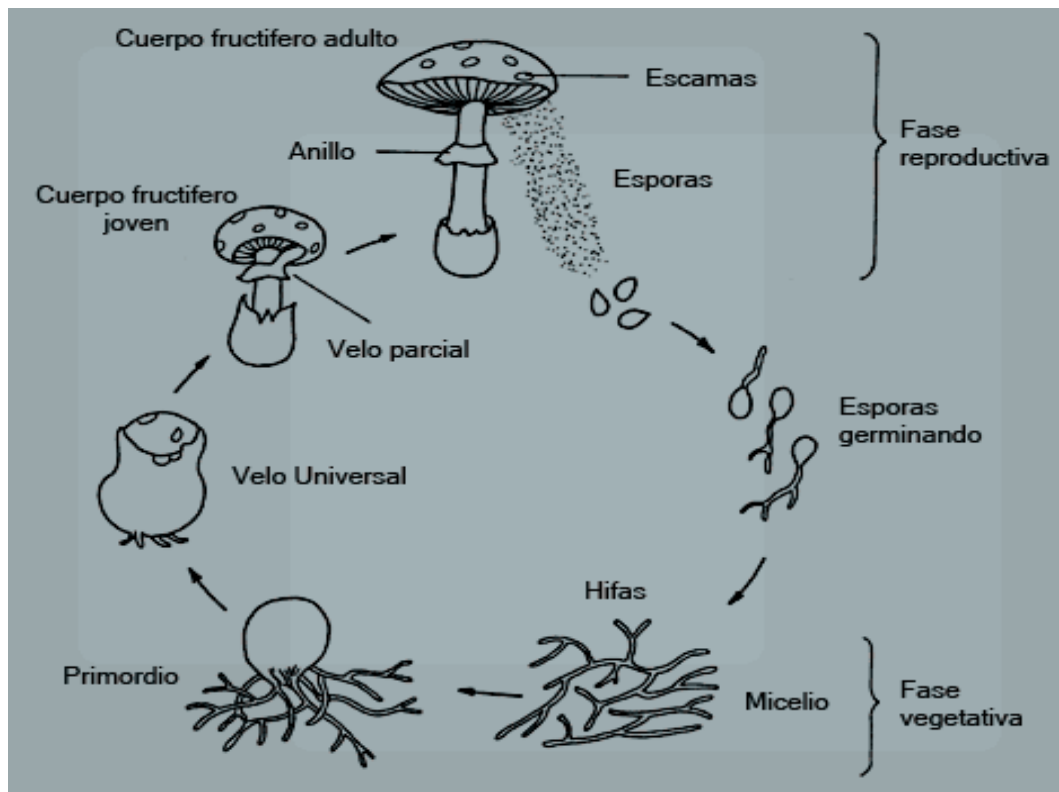
Fuente: Michel *et al.*, 2010.

3.3.1. El ciclo de reproducción del hongo *Pleurotus ostreatus*

La forma de reproducción de los hongos es por esporas (figura N° 1). Los hongos superiores tienen unas células madre ubicadas en el himenio que son las encargadas de producir las esporas. En el caso de los Basidiomicetes, a estas células madre se les denomina basidios, mientras que las células madre en los Ascomicetos son los ascos. Las esporas de los basidios y de los ascos, son lanzados al exterior para la propagación de la especie. Si la espora se deposita en un lugar cuyas condiciones sean favorables darán origen al micelio. Éste se reproduce en sustratos donde las condiciones son favorables, se ramificará y se entremezclará con los micelios de otras esporas.

En el medio donde la humedad y las condiciones sean óptimas crecerá una seta que producirá en su himenio los ascos o basidios que expulsarán al exterior las esporas, dando lugar de nuevo al ciclo biológico del hongo (Mendivil, J. 2013).

Gráfico N° 1. Reproducción de los hongos del género *Pleurotus ostreatus*



Fuente: Mendivil, J. 2013.

3.4. Residuos agroindustriales (Usos, composición e importancia en la agroindustria)

En la década de los años 70, una parte importante de los biotecnólogos de todo el mundo enfocaron sus investigaciones hacia la utilización y aprovechamiento de los residuos⁴ agroindustriales para la producción de compuestos útiles como insumos de otros procesos industriales; los primeros años la prioridad se enfocó a la generación de productos con valor agregado, años más tarde se sumó la prioridad de utilizar los residuos para reducir el impacto ambiental que ocasionaba su disposición, y a partir del presente siglo, la prioridad está enfocada a la producción de bioenergéticos y a la elaboración de nuevas formulaciones de alimentos para animales (Saval, S. 2012).

⁴ Se describe al material que pierde utilidad tras haber cumplido con su misión o servido para realizar un determinado trabajo.

El sector agrícola, agroindustrial y forestal es un renglón muy importante en la economía de un país; y está en constante crecimiento, lo que ha provocado incrementos de subproductos, materiales como las cáscaras de frutas, residuos forestales y de cereales saturan los rellenos sanitarios y no se ha dado solución en cuanto a su aprovechamiento (Restrepo y Montoya 2009).

Los residuos agroindustriales son materiales en estado sólido o líquido que se generan a partir del consumo directo de productos primarios o de su industrialización, y que ya no son de utilidad para el proceso que los generó, pero que son susceptibles de aprovechamiento o transformación, para generar otro producto con valor económico, de interés comercial y/o social. Las características de los residuos agroindustriales son muy variadas, dependen de la materia prima, no obstante, comparten una característica principal que es el contenido de materia orgánica, constituida por diferentes porcentajes de celulosa, lignina, hemicelulosa y pectina (Saval, S. 2012).

Los residuos agroindustriales son materiales en estado sólido o líquido que se generan a partir del consumo directo de productos primarios o de su industrialización⁵, y que ya no son de utilidad en el proceso, pero que son susceptibles de aprovechamiento o transformación, para generar otro producto con valor económico, de interés comercial y/o social. La composición química de estos materiales es variada e incluye compuestos como la lignina, biopolímero aromático⁶, recalcitrante y difícil de biodegradar (Kües. y Liu 2000). Dentro de las alternativas para el aprovechamiento de esta materia prima, está su uso como sustrato en el cultivo de los hongos basidiomicetos (García y Torres 2003).

La mayoría de residuos agroindustriales tienen un gran potencial ya que pueden servir como fuente de nutrientes para los procesos de la biotecnología industrial, en la producción de una amplia gama de productos químicos, combustibles, entre otros. Finalmente, la utilización de diversos residuos agroindustriales es una propuesta lo suficientemente importante para obtener productos de importancia

⁵ Sometimiento de un producto o una actividad económica a la explotación organizada del proceso industrial.

⁶ Son macromoléculas presentes en los seres vivos. Una definición de los mismos los considera materiales poliméricos o macromoleculares sintetizados por los seres vivos.

industrial, generando con ello valor agregado y permitiendo el desarrollo social de las comunidades comprometidas con el uso racional de materias primas y los residuos (Morris, D. 2006; Vandamme, J. 2009).

3.5. Composición de los sustratos

3.5.1. Celulosa

Es el compuesto más simple encontrado en el material lignocelulosa de las plantas, es el polímero más abundante en la biósfera. Está compuesto por un polímero de residuos de D-glucosa unidos por enlaces β -1,4. Debido a su estructura las cadenas de celulosa están unidas por puentes de hidrógeno intermoleculares que forman agregados (microfibrillas). La celulosa es una molécula que da estructura y soporta a la planta y forma un cristal empaquetado que es impermeable al agua, por lo cual es insoluble en agua y resistente a la hidrólisis (Atlas y Bartha 2006).

Los hongos Macromycetes pueden degradar la celulosa por medio de la producción de enzimas como son endo- β -1,4-glucanasa, el complejo Cx y endo- β -1,4-glucosidasa (Martin, A. 2005).

3.5.1.1. Hemicelulosa

Hemicelulosa está formada por cadenas cortas y son polímeros heterogéneos que contienen tanto hexosa (azúcares de 6 carbonos como glucosa, manosa y galactosa), como pentosas (azúcares de 5 carbonos como xilosa y arabinosa) dependiendo de la especie de la planta estos azúcares se asocian con ácidos urónicos formando estructuras poliméricas diversas que pueden estar relacionadas con la celulosa y la lignina. Los tres polímeros principales son los xilanos, mananos y arabinogalactanos (Atlas y Bartha 2006).

Los hongos Macromycetes tienen la capacidad de degradar la hemicelulosa por medio de la producción de enzimas como son: xilanasas, galactanasas, manasas, arabinasas y glucanasas (Martin, A. 2005).

3.5.1.2. Lignina

Es un polímero complejo tridimensional, globular, insoluble y de alto peso molecular, formado por unidades de fenilpropano cuyos enlaces son relativamente fáciles de hidrolizar por vía química o enzimática. Esta molécula tiene diferentes tipos de uniones entre los anillos de fenilpropano (Atlas y Bartha 2006).

La lignina es la responsable de la rigidez de las plantas y de sus mecanismos de resistencia al estrés y a ataques microbianos. En las plantas la lignina se encuentra químicamente unida a la hemicelulosa y rodean las fibras compuestas por celulosa (Atlas y Bartha 2006).

Los hongos Macromycetes pueden degradar la lignina por medio de la producción de enzimas como son la casa, lignina peroxidasa y manganeso peroxidasa (Martin, A. 2005).

3.5.1.3. Extractivos

Son aquellas sustancias que se encuentran presentes en las diferentes fibras vegetales pero no son carbohidratos, tales como ácidos grasos, terpenos, fenoles y resinas. Muchos de estos compuestos son solubles en agua o disolventes orgánicos polares como metanol, etanol o acetona y algunos pueden llegar a ser utilizados por los hongos Macromycetes (Atlas y Bartha 2006).

3.5.2. Principales sustratos

Los materiales más comúnmente utilizados como fuente de carbono incluyen pajas de trigo, cebada, avena, centeno, rastrojo de sorgo, virutas de madera y cortezas, subproductos del algodón, heno, tallos de plantas de maíz y desperdicios de café, tusa de mazorca, hojas de té, cascaras de maní, fréjol, harina de soya, salvados, semillas de girasol, desperdicios de yuca, agave, residuos de la industria papelera (diarios, cartones), hojas de plátano, cactus, fibra de coco, hojas de limón, paja de arroz, bagazo de caña, entre otros (Hernández, R. y Lòpez, C. 2010).

3.5.2.1. Paja de cereales

La paja es un subproducto fibroso altamente disponible. La composición de la paja depende de la proporción de hojas/tallos, el diámetro del tallo y la altura de la planta, de modo que se presentan variaciones ligadas a la especie, el ecotipo o la climatología (FEDNA (Fundación Española para el Desarrollo de la Nutrición Animal) s.f.). La paja es un subproducto agrícola, el cual se produce masivamente y debido a que es una mercadería de bajo valor comercial, se quema en grandes cantidades. La paja de cereales contiene un 75% de carbohidratos, la mayor parte en forma de celulosa, el porcentaje de lignina es bajo (Aguinaga, P. 2012).

Cuadro N° 2. Composición de sustratos secos

Composición	Paja de trigo	Paja de arroz	Pulpa de Café
Proteína %	7,9	9,0	10,2
Carbono%	52,5	N/D	N/D
C/N	41,0	N/D	N/D
Lignina	8,6	5,7	21,0
Celulosa	35,9	33,9	36,4
Hemicelulosa	N/D	26,8	5,1

Fuente: Mata y Savoie 2000

3.5.2.2. Salvado

El salvado es un producto que queda al refinar los granos de los cereales, el salvado corresponde a lo que sería las capas externas del grano y más concretamente al pericarpio, con sus tres subcapas: epicarpio, mesocarpio, y endocarpio, (ricas en fibras y minerales), la testa, (rica en vitaminas y encimas) y la capa de aleurona rica en proteína y grasa (Botanical On-Line. s.f. 2016).

3.5.2.3. Composición físico química del sustrato de paja de cebada

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

Cuadro N° 3. Composición de la paja de cebada por 100g

Nutrientes	Cantidad en %
Proteína	19%
Materia grasa	1,7%
Materia no nitrogenada	43,8%
Celulosa	34,4%
Ceniza	4,0%
Agua	14,2%

Fuente: Andrade, E. 2007.

3.5.2.4. Composición fisicoquímica del sustrato de bagazo de caña de azúcar
(*Saccharum officinarum L.*)

El bagazo de caña de azúcar como subproducto del cultivo de caña consiste principalmente en: agua (49%), fibra (48%) y sólidos solubles (2,3°Brix). Los constituyentes principales de la fibra son celulosa, pentosana, y lignina. Contiene celulosa que es degradada fácilmente por el hongo ostra, que es celulolítico. También contiene azúcares celulósicos, sobre todo sacarosa que provee energía al hongo durante su colonización en el sustrato mismo. El contenido de nitrógeno total indica que ese bagazo no es pobre en él nitrógeno. El nitrógeno está principalmente en forma orgánica, sobre todo proteína, que se requiere para el crecimiento del hongo (MushWorld, 2005).

Cuadro N° 4. Composición de la fibra del bagazo de caña

Compuesto	Contenido
Celulosa	48%*
Pentosana	28.7%
Lignina	2.4%
Ceniza	14.3%
pH	6.1
Nitrógeno total	1.23%
Carbono	29.36%
Fósforo disponible	2,399 ppm
Potasio disponible	21,63 ppm

Fuente: MushWorld, 2005.

3.5.2.5. Composición fisicoquímica de la cascara de fréjol

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

- ❖ Es sumamente resistente a las sequías; se ha observado creciendo vigorosamente durante la época seca en varios países de Centro y Sur América.
- ❖ Produce una gran cantidad de material verde.
- ❖ Es una leguminosa muy palatable para el ganado y además de un alto valor nutritivo (Flores, M. 2005).

Cuadro N° 5. Composición de la cascara de fréjol

Componentes	Cantidad en %
Fibra	28,1
Grasa	3,5
Ceniza	14,8
Calcio	1,98
Fósforo	0,26
Carbohidratos	39,4
Proteína cruda	14,2

Fuente: Flores, M. 2005

3.5.2.6. Composición fisicoquímica del sustrato de salvado de quinua

La quinua es un pseudocereal muy antiguo del área andina que posee alto contenido protéico, y que investigaciones recientes reportan una mejor respuesta de la glucosa plasmática tras la administración oral de la dieta suplementada con salvado de quinua y la variación de niveles lipídicos, el consumo de la dieta suplementada con salvado de quinua disminuye significativamente los niveles de triglicéridos y colesterol después de 15 días, no teniendo un efecto positivo sobre los niveles de lipoproteínas HDL.

Cuadro N° 6. Composición fisicoquímica del sustrato de salvado de quinua

Nutrientes	Cantidad	Nutrientes	Cantidad
Energía	338,00	Fibra (g)	8,40
Proteína	10,70	Calcio (mg)	573,00
Grasa Total (g)	4,50	Hierro (mg)	4,00
Colesterol (mg)	----	Yodo (µg)	----
Glúcidos	65,90	Vitamina A (mg)	----

Fuente: Cruz, A. 2014

3.6. CULTIVO DEL HONGO *Pleurotus ostreatus* E INDICADORES DE PRODUCTIVIDAD

3.6.1. Cultivo del hongo *Pleurotus ostreatus*

No se conoce la fecha exacta de la implementación del cultivo de *Pleurotus ostreatus* sin embargo se ha reportado varias hipótesis al respecto.

El primer reporte de producción de setas fue realizado en Alemania en 1917 y producido en tocones y troncos; a mediados de los años 50 se dio inicio a investigaciones para la producción en sustrato artificial (Pérez, J. 2014). <http://blog.alnatural.com.mx/hongo-seta-Pleurotus-ostreatus/>.

(Gaitán, R.*et al*, 2006), en cambio mencionan que en México muchas especies de hongos han sido reportadas como comestibles y algunas de ellas se consumen desde tiempos prehispánicos, conocidos entre los aztecas como NANACATL, vocablo que significa «carne».

En los comienzos de la década de los 80's, el champiñón representaba más del 70 % de la oferta mundial. Solamente el 2,8 % de dicha producción correspondía a *Pleurotus ostreatus* (setas) y el 14,3 % a Shiitake. En tanto, las proyecciones actuales sitúan a la producción de setas en segundo lugar, representando el 20% de la producción mundial de hongos comestibles.

Según López, E. (2002), manifiesta que *Pleurotus ostreatus* se encuentra en la lista de 37 especies de hongos descritas, utilizadas en la medicina tradicional de

Mesoamérica y México. Existen reportes antiguos donde se reporta a los *Pleurotus* como hongos cuyas propiedades pueden utilizarse para disipar los enfriamientos, relajar los tendones y las venas, su parte útil son los cuerpos fructíferos, los cuales tienen un sabor dulzón y suave textura.

3.6.2. Valor nutricional del hongo *Pleurotus ostreatus*

Este es uno de los géneros que contiene la mayoría de los aminoácidos esenciales y minerales, también en su estructura está formado por 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; así también otra serie de aminoácidos esenciales. Ancestralmente se ha estimado a los hongos como alimento de calidad debido a su sabor, textura apreciable y sobre todo el alto valor alimenticio. En la actualidad los hongos juegan un papel importante en la nutrición del hombre, al igual que la carne de pescado, frutas y vegetales (Chang y Miles 2004).

La calidad y cantidad de proteína que poseen los hongos comestibles es lo que les da el interés en su valor nutricional (Cuadro No. 7). Este, varía dependiendo de la especie, edad o estado particular de desarrollo, lapso de tiempo de cosecha y de las diferentes porciones del cuerpo fructífero (Wani *et al.*, 2010).

3.6.3. Los hongos como alimento

- ❖ En los tiempos primitivos, el hombre se alimentaba preferentemente de frutos silvestres, cereales, raíces, hierbas y setas (Hongos). Mientras que se desarrollaron, ampliamente, provechosas formas de cultivo de las diversas clases de frutas y hortalizas, la explotación de hongos sólo ha alcanzado intenso desarrollo en el transcurso del último siglo (Steineck, H. 2007).
- ❖ Los hongos son alimentos con pocas calorías, en términos relativos, que sacia enseguida, por ellos está muy indicado en el moderno género de vida. Destaca, el alto contenido proteico de los hongos que entre las hortalizas sólo se ve igualado por el de las leguminosas, lo que explica la denominación con que también se conocen de “carne de bosque”. La proteína contenida en las setas

es digestible hasta un 70-80% y posee un elevado valor nutritivo. La tasa proteica varía de acuerdo a la edad y especie del hongo (Steineck, H. 2007).

Cuadro N° 7. Contenido nutricional del hongo comestible *Pleurotus ostreatus*

Sustancia	Cantidad
Agua	92,20%
Materia seca	7,80%
Ceniza	9,50%
Grasa	1,00%
Proteína bruta	39,00%
Fibra	7,50%
Fibra cruda	1,40%
Nitrógeno total	2,40%
Calcio	33 mg/100 g
Fosforo	1,34 mg/100 g
Potasio	3793 mg/100 g
Hierro	15,20 mg/100 g
Ácido ascórbico, Vitamina C	90-144 mg/100 g
Tiamina. Vit. B1	1,16-4,80 mg/100 g
Niacina. Vit. B5	46-108,7 mg/100 g
Ácido fólico	65 mg/100 g

Fuente: Hernández y López, 2006

Como todo ser vivo, este hongo es susceptible a cambios en la temperatura, humedad, ventilación y luz, entre otros y que son precisamente, los factores ambientales más importantes que se deben considerar y controlar a lo largo del proceso de cultivo de los hongos.

Las condiciones varían según la etapa del proceso y según el hongo, por lo que es importante conocer las necesidades específicas de la especie a cultivar (Calderón, M. 2009).

3.7. PROPIEDADES MEDICINALES DEL *Pleurotus ostreatus*

3.7.1. Efectos antitumorales

Las “setas” (*Pleurotus ostreatus*), contienen cantidades importantes de polisacáridos de estructura molecular compleja, a los cuales se les ha encontrado una importante capacidad antitumoral, es decir, se ha comprobado a nivel laboratorio que estas sustancias son capaces de retardar y disminuir el tamaño de algunos tipos de tumores, además de prevenir la formación de estos (Mueller, G., *et al*, 2005).

3.7.2. Efectos antivirales

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

3.7.3. Efecto antiinflamatorio

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

3.7.4. Control del colesterol

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

3.7.5. Efecto antioxidante

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

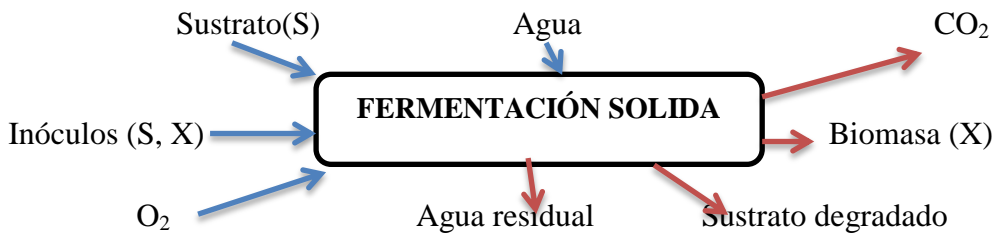
3.7.6. FERMENTACIÓN EN ESTADO SÓLIDO

El método comúnmente utilizado para la fermentación sólida o fermentación en estado sólido; la cual consiste en hacer crecer el micelio secundario del hongo sobre un sustrato hasta llegar a la fructificación, en ausencia de agua libre en el sistema. El líquido ligado a las partículas sólidas debe estar en una cantidad que asegure la actividad metabólica del microorganismo, pero sin exceder la capacidad de retención de humedad del sólido. Para que ello ocurra, el agua debe encontrarse adsorbida en la superficie de las partículas o atrapada dentro de la región.

Así este proceso constituye una vía alternativa para el empleo y tratamiento de una amplia gama de subproductos lignocelulosicos de bajo costo, pues no se originan cantidades importantes de desechos líquidos. Por otra parte, la fermentación en estado sólido mejora la composición nutricional y las propiedades físicas de los residuos orgánicos, que bien puede ser utilizado como fuente de alimento animal o aprovecharse como acondicionador de los suelos.

La fructificación de los hongos mediante procesos de fermentación sólida se ve afectada por varios factores químicos y físicos del sustrato sobre el cual crecen y por las condiciones ambientales. Entre los factores asociados al sustrato están: pH, la relación carbono-nitrógeno, vitaminas y minerales presentes en su composición. Como factores ambientales pueden mencionarse: La temperatura, la humedad relativa, la aireación y bióxido de carbono, la iluminación, etc.

Gráfico N° 2. Fermentación sólida



Fuente: Ardón, C. 2007

3.7.7. Condiciones ambientales

En el ciclo de vida de los hongos *Pleurotus* hay dos fases de crecimiento: la fase vegetativa y la fase reproductiva. Generalmente, se necesitan algunos tipos de estímulos para cambiar del crecimiento micelial (vegetativo) a la fase de formación del cuerpo de fructificación (reproducción). Estos estímulos incluyen cambios abruptos de temperatura, humedad concentración de gas, luz. (<http://www.hongos comestibles-latinoamerica.com/Pliga2.html>)

3.7.7.1. Temperatura

Temperaturas muy elevadas provocan la muerte de los microorganismos; Las temperaturas muy bajas inhiben el desarrollo de estos; y por añadidura, ejercen acción conservadora sobre los gérmenes. Al determinar la temperatura que debe imperar hay que tener en cuenta que con el calor se aceleran las reacciones metabólicas, es decir los procesos de síntesis, así como también el desdoblamiento y con él la creciente inactivación de las enzimas (Toledo, M. 2008).

Cada especie tiene una temperatura óptima para fructificar, la cual puede o no coincidir con el crecimiento vegetativo, así en general la temperatura de la fructificación óptima para los hongos comestibles son siempre más bajas que la temperatura de crecimiento vegetativo (Toledo, M. 2008).

Pleurotus ostreatus, alcanza su crecimiento óptimo a 25 °C pero durante la incubación en masa del micelio previa al cultivo, el cuarto de incubación debe mantenerse a una temperatura 3-5 °C más baja que la temperatura óptimas

normales debido al calor que producen durante la respiración. (<http://www.hongoscomestibles-latinoamerica.com/Pliga2.html>).

La fructificación se induce por temperaturas bajas que van de 10-15 °C y la temperatura óptima para la producción de hongos ostra de mejor calidad se ubica entre 10 y 18 °C (Barriga, P. 2009).

3.7.7.2. Humedad

El contenido de humedad relativa promedio para el desarrollo del hongo oscila entre 75 y 78,4 %. Los hongos tienen un contenido de humedad del 90 %, por lo cual es vital el mantenimiento de una constante humedad en el medio, más aún después de la primera cosecha (Díaz y Carvajal 2014).

3.7.7.3. Aireación

Debe ser manejada para procurar que niveles bajos de CO₂ eleven la concentración de oxígeno y afecte la evaporación de la humedad de las superficies de los hongos en crecimiento (Stamets, P. 2000).

3.7.7.4. Indicadores de productividad

3.7.7.4.1. Tiempo de aparición de primordios

El tiempo de aparición de primordios se define como el tiempo transcurrido (días) desde la siembra hasta la completa colonización del sustrato (90%), el mismo que corresponde al inicio de la fructificación (aparición de primordios). Carvajal, G., (2010) en su investigación identifica que existen rangos altamente significativos en sus tratamientos y que al hacer uso de residuos de cosechas registra una media general de aparición del micelio de 36,51; reportando el mejor tratamiento un tiempo mínimo de 31 días.

Romero Omar *et al* (2010), mencionan que el análisis comparativo de medias entre los sustratos, muestran de manera general un promedio de 18 días de incubación para cubrir los sustratos, observándose buen crecimiento del micelio

en todas las condiciones evaluadas y que a los 22 días de incubación se presentaron los primeros primordios.

Velasco y Vargas (2010), difunden en su investigación que la evaluación del parámetro tiempo de aparición de primordios o días de brotación de primordios, es información importante para elegir al mejor producto que acelere la emisión de primordios y por consecuencia la producción.

3.7.7.4.2. Número de racimos en cada tratamiento

El número de racimos en cada tratamiento se registra contabilizando el número de racimos que aparecen en cada una de las unidades experimentales durante toda la cosecha. Catucuamba, J. (2013), menciona que el número de racimos se desarrolla mejor en sustratos picados ya que conservan mejor los parámetros de humedad y temperatura, existiendo una diferencia significativa en sus tratamientos, al realizar el análisis de efecto principal se determina que al utilizar un sustrato a base de paja picada de cebada (A1) en el cultivo de hongos, se obtiene un incremento de 1 racimo; 4 primordios y 2 carpóforos más en comparación a A2 (paja sin picar).

3.7.7.4.3. Número de carpóforos por racimo o penca

El número de carpóforos por racimo o penca se registra contabilizando en cada unidad experimental el número de carpóforos o sombreros en cada penca. Catucuamba, J. (2013), menciona en su estudio que existen diferencias altamente significativas en cuanto al número de carpóforos por racimos donde presenta una media general es de 6 carpóforos; esta diferencia entre el número de primordios por racimo y los carpóforos se da por condiciones de competencia por nutrientes e infestación de otros microorganismos; el número de carpóforos está en estrecha relación con la sobrevivencia de primordios.

3.7.7.4.4. Tamaño de los carpóforos por racimo (ancho y longitud)

El tamaño de los carpóforos por racimo se registra mediante la medición en cm de los carpóforos cosechados en cada racimo haciendo uso de un equipo especial

conocido como calibrador digital de Vernier. Aguinaga, P. (2012), según los tratamientos registrados los carpóforos del tratamiento bagazo de caña, alcanzan el mayor diámetro reportando una media general de 5,8 cm, los carpóforos del tratamiento paja de trigo presentan una media general de 2,8 cm; por lo cual mediante el ADEVA que presenta, menciona que hay diferencias significativas entre sus tratamientos. Mientras que Catucuamba, J. (2013), menciona en su investigación la longitud del carpóforo en promedio general de la cosecha presenta 5,9 cm, siendo más representativos los carpóforos cultivados en sustrato de paja de cebada

(<http://www.infoagro.com/forestales/setas.htm> 2016), señala que el sombrerillo de esta seta es redondeado, con un diámetro que oscila entre 5 y 15cm dependiendo de la edad del hongo.

3.7.7.4.5. Peso del hongo fresco

El peso del hongo fresco se registra pesando en gramos la producción de cada racimo de hongos y luego del total por cada tratamiento.

Coraquetzali, L. (2013) el análisis de varianza y comparación de medias para la variable rendimiento muestra diferencias altamente significativas en todos los tratamientos reportando un rango en el peso del hongo fresco de (200 y 400) gramos respectivamente.

Aguinaga P. (2012), menciona que hay diferencias significativas en los tratamientos y que los pesos de su investigación oscila entre (0,4-177,1) g respectivamente con una media general de 70,85 g; esto va a depender de la naturaleza del sustrato y las condiciones ambientales para su desarrollo.

3.7.7.4.6. %Eficiencia Bilógica

Estudios realizados por Garzón y Cuervo (2008) muestran el efecto de cuatro sustratos bagazo de caña de azúcar, tallo de maíz, aserrín y sobras de café de consumo humano de forma individual y en mezclas sobre la producción de *Pleurotus ostreatus* a través de indicadores como la eficiencia biológica, el

rendimiento, la frecuencia y el porcentaje de peso de cada cuerpo fructífero y la productividad, demostrando que al mezclar el café con bagazo de caña de azúcar o con tallo de maíz se obtienen los mejores resultados con eficiencias biológicas que varían entre el 40 y el 48% y una productividad entre 0,715 y 0,905 kg de hongos frescos por cada 100 kg de sustrato seco al día. Zambrano *et al* (2011), evaluaron un sustrato a base de residuos agroindustriales de piña, mandarina, banano y mango suplementados con salvado de trigo como aporte de nitrógeno, CaCO₃ como controlador de pH y el CaSO₄ como promotor de crecimiento para el cultivo de *Pleurotus ostreatus*. Las variaciones en la EB para *Pleurotus spp.*, se pueden atribuir a las diferencias biológicas, químicas y físicas entre los sustratos de cultivo y por el genotipo de los hongos, así como por las condiciones del cultivo.

Esta variable se calcula mediante la fórmula que propone Gaitán, R., Pérez, R. y Salmones, D. (2002), con el peso fresco en bruto obtenido en fresco.

$$EB = \frac{\text{Peso de hongos frescos}}{\text{Peso seco del sustrato}} \times 100$$

La eficiencia biológica determina el potencial biológico de los sustratos para la producción de hongos. De acuerdo a los resultados obtenidos solo en 19 de las 30 formulaciones evaluadas hubo pérdidas de proceso, por tanto, los valores arrojados de eficiencia biológica media estuvieron por debajo del 40%, valor mínimo para ser considerado económicamente rentable (Ríos *et al.*, 2010).

3.7.7.4.7. Tasa de Producción

Para evaluar la productividad, se debe evaluar las siguientes variables, el tiempo de corte de la primera, segunda y tercera cosecha de cuerpos fructíferos maduros, así como el peso de los hongos obtenidos por bolsa y por día de corte y se cuantificaron los parámetros de productividad total de la forma siguiente. Esta variable se determina al dividir la eficiencia biológica por el período productivo (T), que comprende número de días transcurridos de la siembra o inoculación del sustrato hasta alcanzar la tercera cosecha. Aproximadamente de 10 a 14 días después de la inoculación aparecen los primeros primordios (León, 2010).

En este sentido la tasa de producción nos indica la eficiencia biológica diaria.

Con la siguiente ecuación:
$$TP = \frac{EB}{\text{Días de periodo de producción}}$$

Coraquetzali, L. (2013), menciona que la tasa de producción evaluada en su estudio presento valores entre 4,8 y 1,8% respectivamente, siendo el de mayor productividad el de las mezclas de sustratos agrícolas. (Pérez y Mata 2005), citan una TP entre 0,63 y 1,13%, al inocular 19 cepas de *Pleurotus* spp., una TP alta indica una elevada EB en un ciclo corto de producción, desde la inoculación hasta la última cosecha. Mientras que Romero Omar *et al.* (2010) menciona que la diferencia en la productividad en sustratos o mezclas de sustratos puede deberse a las diferencias de proteína cruda y de grasa.

3.7.7.4.8. Contenido de proteína en el hongo

Según Quishpilema, L. (2013) indica en su investigación que no hay diferencias significativas de porcentaje de proteína de los hongos cultivados, valores que presentan una media general de 45,96% de proteína. Sin embargo Hernández, R. (2004) indica que el porcentaje de proteína en peso seco puede variar entre 10 y 30% aunque puede llegar a ser hasta del 40%, así mismo, el contenido de proteína de *P. ostreatus* se relaciona significativamente con el contenido de nitrógeno del sustrato. La bromatología de *P. ostreatus* es muy variable y depende del estado de desarrollo y la cepa utilizada; la variabilidad es ocasionada por diferencias en el contenido de humedad, temperatura y la presencia de nutrientes (Varnero *et al.*, 2010).

3.7.7.4.9. Proteína y nitrógeno del sustrato agotado (PNSA)

Según estudios realizados por López, E.(2002) después de cultivar y cosechar hongos, el sustrato degradado presenta un mayor contenido proteico comparado con el sustrato original, también tiene características mejoradas como acarreador para nutrientes líquidos y retiene mejor el agua que el rastrojo, pronunciándose como un indicativo de que hubo una buena producción.

3.8. INDICADORES FINANCIEROS Y FACTIBILIDAD DE LA PRODUCCIÓN DE HONGOS COMESTIBLES

3.8.1. Demanda

Para poder realizar una buena Estimación de la demanda es importante conocer la tasa de crecimiento poblacional del país, en vista de que esto contribuirá a determinar si este factor representa una condicionante que podría afectar el consumo del producto (Vargas, G. 2014).

Cuadro N° 8. Proyección de población por años, para el periodo 2014 – 2020

Año Proyección	Año Proyección
2014	15'980,891
2015	16'278,844
2016	16'528,730
2017	16'776,977
2018	17'023,408
2019	17'267,986
2020	17'510,643

Fuente: INEC, 2014

3.8.2. Oferta

En esta etapa del estudio es primordial determinar la producción nacional de hongo comestible para de esta manera conocer la situación, el comportamiento y las tendencias de la producción e industrialización en los últimos años, todo esto con la finalidad de identificar la forma cómo se ha atendido y cómo se atenderá la demanda de la comunidad. (Guarín J. y Ramírez A. 2004).

3.8.3. Criterios de evaluación económica

La evaluación de proyecto compara, mediante distintos instrumentos, si el flujo de caja proyectado permite al inversionista obtener la rentabilidad deseada, además de recuperar la inversión.

Los métodos más comunes corresponden a los denominados: valor actual neto (VAN), la tasa interna de retorno (TIR), el periodo de recuperación y la relación beneficio-costo y la relación costo-efectividad (Sapag, C. 2011).

Estos criterios son los más relevantes a la hora de concluir respecto de la factibilidad económica de un proyecto, y determinar cuan atractivo se presenta el mismo para invertir en el mismo, a la vez, serán aquellos los que se incluirán en el análisis financiero del presente proyecto.

A) Valor actual neto

Mide el excedente resultante después de obtener la rentabilidad deseada o exigida y después de recuperar toda la inversión. Para ello, calcula el valor actual de todos los flujos futuros de caja, proyectados a partir del primer periodo de operación, y le resta la inversión total expresada en el momento cero. Si el resultado es mayor a cero, mostrara cuanto se gana con el proyecto, después de recuperar la inversión, por sobre la tasa de retorno que se exigía en el proyecto; si el resultado es igual a cero, indica que el proyecto reporta exactamente la tasa que se quería obtener después de recuperar el capital invertido; y si el resultado es negativo, muestra el monto que falta para ganar la tasa que se deseaba obtener después de recuperada la inversión (Sapag, C. 2011).

B) Tasa interna de retorno

Constituye un segundo criterio de evaluación, el cual mide la rentabilidad como porcentaje. Entrega un resultado que conduce a la misma regla de decisión que la obtenida por el VAN (Nassir, Sapag. 2011).

El criterio de la tasa interna de retorno (TIR) evalúa el proyecto en función de una única tasa de rendimiento por periodo, con la cual la totalidad de los beneficios actualizados son exactamente iguales a los desembolsos expresados en moneda actual. (SAPAG y SAPAG, 2008).

IV. MARCO METODOLÓGICO

4.1. UBICACIÓN DEL EXPERIMENTO

La presente investigación se llevó a cabo en la planta piloto y laboratorios de la Facultad de Ciencias Agropecuarias y Laboratorios de Investigación, Universidad Estatal de Bolívar y en el Laboratorio de Control y Análisis de Alimentos “LACONAL”.

Tabla N° 1. Localización del experimento

UBICACIÓN	LOCALIDAD
Provincia	Bolívar
Cantón	Guaranda
Sector	Guanujo
Dirección	Av. Ernesto Che Guevara y Av. Gabriel Secaira.

Fuente: Autores 2016

4.2. Situación geográfica y climática de la localidad

Tabla N° 2. Situación geográfica y climática

PARAMETRO	VALOR
Altitud	2.800 m.s.n.m.
Latitud	01°34'15'' sur
Longitud	78° 0'02''
T ° Media Anual	14,5 °C
T ° Máxima	21 °C
T ° Mínima	7 °C
Humedad relativa	70%

Fuente: (Estación Meteorológico Facultad de Ciencias Agropecuarias U.E.B 2011.)

4.2.1. Zona de vida

De acuerdo con la clasificación de las zonas de vida, realizado por Holdrige, L.; el sitio corresponde a la formación bosque seco – Montano bajo (bs-MB).

4.3. MATERIALES

4.3.1. Material experimental

Cepa de hongo comestible (716/12 *Pleurotus ostreatus*).

Sustratos: vainas de fréjol (*Phaseolus vulgaris*), paja de cebada (*Hordeum vulgare*), bagazo de caña de azúcar (*Saccharum officinarum L.*) y salvado de quinua (*Chenopodium quinoa*) como fuente nitrogenada.

4.3.2. Aditivos

Carbonato de calcio (CaCO₃)

4.3.3. Equipos y materiales

- ❖ Cuarto climatizado (con control de temperatura, humedad, luminosidad, ventilación).
- ❖ Autoclave
- ❖ Cámara de flujo laminar
- ❖ Picadora de heno
- ❖ Balanza
- ❖ Baldes de 20 litros de plástico
- ❖ Calibrador de vernier
- ❖ Fundas de alta densidad
- ❖ Fundas de polipropileno
- ❖ Estanterías móviles de aluminio

4.3.4. Material de laboratorio

- ❖ Mascarilla
- ❖ Mandil
- ❖ Botas
- ❖ Guantes
- ❖ Mechero
- ❖ Bisturí

- ❖ Alcohol industrial 95%

4.3.5. Materiales oficina

- ❖ Computadora
- ❖ Flash memory
- ❖ Cámara fotográfica.
- ❖ CD'S.
- ❖ Mandil
- ❖ Material de escritorio
- ❖ Registros
- ❖ Impresora
- ❖ Papel de impresión
- ❖ Esferos
- ❖ Escritorio
- ❖ Sillas

4.4. MÉTODOS

4.4.1. Factores en estudio

Vaina de fréjol, paja de cebada, bagazo de caña de azúcar y salvado de quinua como fuente nitrogenada.

El factor de estudio corresponde a los tipos de sustratos, y los tratamientos son las mezclas de los sustratos en diferentes porcentajes basados en desechos agrícolas que se identifican con el código “a”.

Tabla N° 3. Factores en estudio

TRATAMIENTOS	CÓDIGO	COMBINACIONES
T1	a ₁	Paja de cebada 50% + Vaina de fréjol 20% + Bagazo de caña de azúcar 20 % + Salvado de quinua 8 % + Carbonato de calcio 2 %
T2	a ₂	Paja de cebada 20% + Vaina de fréjol 50% + Bagazo de caña de azúcar 18 % + Salvado de quinua 10 % + Carbonato de calcio 2 %
T3	a ₃	Paja de cebada 20 % + Vaina de fréjol 16 % + Bagazo de caña de azúcar 50% + Salvado de quinua 12 % + Carbonato de Calcio 2 %

Fuente: Autores 2016

4.4.2. Características del experimento

Unidad experimental = 2000 g

Tratamientos= 3

Repeticiones= 3

Unidades experimentales= 9

4.4.3. Tipo de diseño experimental

En la presente investigación se aplicó un diseño completamente al azar (DCA) con tres repeticiones, el cual se ajusta al siguiente modelo lineal.

$$Y_{ij} = \mu + \tau_i + \epsilon_{ij}$$

Dónde:

Y_{ij} = Valor de la variable en consideración

μ = Promedio

τ_i = Efecto del tratamiento

ϵ_{ij} = Efecto del error experimental

4.4.3.1. Características generales del Diseño Completamente al Azar (DCA)

Tabla N° 4. Características generales del Diseño Completamente al Azar (DCA)

Ventajas	Desventajas
<p>Es fácil planear</p> <p>Es flexible en número de tratamientos y repeticiones (límite está dado por número de experimentales en general).</p> <p>No es necesario que el número de tratamientos sea igual al número de repeticiones.</p> <p>No se calcula parcelas perdidas.</p> <p>Por no tener muchas restricciones, aumenta el número de grados de libertad para el error.</p>	<p>No es eficiente con material heterogéneo.</p> <p>Al no tener restricciones en randomización o azarización el error experimental incluye la variación total entre las unidades experimentales, excepto aquella debida a tratamientos. Es deseable agrupar las unidades experimentales, de tal modo que la variación entre éstas dentro de cada grupo, sea menor que la variación entre unidades experimentales en diferentes grupos. Ésta condición se cumple en DBCA y DCL.</p>

Fuente: Autores 2016

4.4.3.2. Esquema de Análisis de Varianza

Tabla N° 5. Esquema de Análisis de Varianza

Análisis de Varianza (ANOVA o ADEVA o ANVA) para Diseño Completamente al Azar (DCA)					
<i>F. de V</i> _(Factor)	<i>gl</i> _(Grados de Libertad)	<i>SC</i> _(Suma de Cuadrados)	<i>SC</i> _(Suma de Cuadrados)	<i>F</i> _(calculada)	<i>F</i> _(tablas)
Total	$(rt - 1)$	$\left[\sum_1^{rt} X^2 - \left(\sum_1^{rt} X \right)^2 / r \right]$			
Total	$(t - 1)$ _(gl numerador)	$\sum_1^t \left(\sum_1^r X \right)^2 / r -$	<i>SC</i> / <i>gl</i> _(numerador)	$\frac{C.M.Trat}{C.M.Erro}$	$\frac{C.M.Trat}{C.M.Erro}$
Error	$t(r - 1)$ _(gl denominador)	Total-Tratam.	<i>SC</i> / <i>gl</i> _(denominador)		

Fuente: Autores 2016

4.4.3.3. Características generales del Diseño Completamente al Azar (DCA)

Dónde:

r= Repeticiones

x = Variables en estudio

t= Tratamientos

SC= Suma de cuadrados

SC= Suma de cuadrados

CM=Cuadrados medios

Gl = Grados de libertad

Tabla N° 6. Grados de libertad del diseño experimental

FUENTE DE VARIACIÓN	GRADOS DE LIBERTAD
Total	9
Tratamientos	3
Error	6
Grados de libertad	2

Fuente: Autores 2016

Prueba de comparación de Tukey ($P \leq 0,05$) para promedios de tratamientos.

Análisis económico para evaluar los indicadores financieros que contemple los diversos costos y analice la viabilidad y rentabilidad del proyecto en la relación Costo/Beneficio.

4.5. MEDICIONES EXPERIMENTALES

En los sustratos, se tomaron muestras y fueron analizadas en el laboratorio de Bromatología del Departamento de Investigación de la Universidad Estatal de Bolívar, se determinó:

4.5.1. Potencial de hidrogeno

Para la medición de los valores de pH en los sustratos utilizados en la investigación se hizo uso de un potenciómetro, y se determinó bajo la siguiente norma (NTE INEN 526).

4.5.2. Humedad

Para la medición de los valores de humedad en los sustratos utilizados en la investigación se efectuó bajo la técnica determinada por la norma (AOAC925.10).

4.5.3. Cenizas

Para la medición de los valores de cenizas en los sustratos utilizados en la investigación; se efectuó bajo la técnica determinada por la norma (AOAC923.03).

4.5.4. Fibra

Para la medición de los valores de fibra en los sustratos utilizados en la investigación; se efectuó bajo la técnica determinada por la norma (WEENDE).

4.5.5. Proteína

Para la medición de los valores de Proteína en los sustratos utilizados en la investigación; se efectuó bajo la técnica determinada por la norma (PE03-5.4FQ.AOAC Ed 19, 2012 2001.11).

4.6. DATOS REGISTRADOS EN LA PRODUCCIÓN DE HONGOS

4.6.1. Tiempo de aparición de primordios (TAP)

Esta variable se evaluó contabilizando el tiempo transcurrido (días) desde la siembra hasta la completa colonización del sustrato (90 %), que correspondió al inicio de la fructificación (aparición de primordios).

4.6.2. Número de racimos en cada tratamiento (NRT)

Esta variable se registró contabilizando el número de racimos que aparecieron en cada una de las unidades experimentales durante toda la cosecha que correspondió a tres oleadas.

4.6.3. Número de carpóforos por racimo o penca (NCR)

Esta variable se registró contabilizando en cada unidad experimental el número de carpóforos o sombreros en cada penca y luego sumando el total en cada una de las unidades experimentales.

4.6.4. Tamaño de los carpóforos por racimo (TC)

Esta variable se registró mediante la medición en cm de los carpóforos cosechados en cada racimo haciendo uso del calibrador digital de Vernier.

4.6.5. Peso del hongo fresco

Esta variable se registró pesando en gramos la producción de cada racimo de hongos y luego del total por cada tratamiento, esto con la ayuda de una balanza digital.

4.6.6. Eficiencia biológica (EB)

Es una variable importante para determinar la factibilidad de la producción del hongo en los diferentes tratamientos.

Se calculó mediante la fórmula que propone (Gaitán, R., Pérez, R. y Salmones, D. 2002), con el peso fresco obtenido del hongo.

$$EB = \frac{\text{Peso de hongos frescos}}{\text{Peso seco del sustrato}} \times 100$$

4.6.7. Tasa de producción

Esta variable se determinó bajo la siguiente fórmula:

$$TP = \frac{EB}{\text{Días de periodo de producción}}$$

4.6.8. Contenido de Proteína en el hongo (CPH)

Esta variable se determinó bajo la técnica propuesta por la siguiente norma (NTE INEN 543).

4.6.9. Proteína y nitrógeno del sustrato agotado (PNSA)

Se tomaron muestras de los sustratos previamente usados para la producción de hongos, y fueron analizados en el Laboratorio de Control y Análisis de Alimentos (LACONAL).

4.7. MANEJO DEL EXPERIMENTO

4.7.1. Cultivo de hongos *Pleurotus ostreatus*

Procedimiento: La actividad práctica se desarrolló en el cuarto climatizado de la planta piloto y laboratorios de biotecnología de la Facultad de Ciencias Agropecuarias de la Universidad Estatal de Bolívar.

Experimento 1

4.7.2. Recolección y acondicionamiento de sustratos:

- ❖ Los materiales secos fueron picados en un tamaño de 2-5 cm, según su naturaleza, posteriormente se registró el peso de cada uno.
- ❖ Se sometió a una previa hidratación en agua por un tiempo aproximado de 8-12 horas, hasta alcanzar una humedad de 70-75 %.
- ❖ Se escurrió el exceso de agua sobre una mesa inclinada.
- ❖ Se mezcló con 2 % de carbonato de calcio.
- ❖ Se pesó los sustratos de acuerdo a los tratamientos indicados en el diseño.

- ❖ Se realizó la esterilización en la autoclave a 121 °C por 45 min. Este proceso térmico tiene como finalidad bajar la carga microbiana contaminante.
- ❖ El material esterilizado se dejó enfriar sobre una mesa totalmente desinfectada de acero inoxidable hasta una temperatura de alrededor de 25 °C.

Experimento 2

4.7.3. Siembra

- ❖ Se sembraron fundas por cada material, posteriormente se inoculó con el 4 % de semilla de *Pleurotus ostreatus* en el sustrato húmedo, se hizo uso de bolsas de polietileno transparente de 40 x 60 cm, el método de siembra fue por capas. Se utilizó la cámara de flujo laminar. Se perforaron las bolsas en forma longitudinal y en el fondo. Posteriormente se comprimió el sustrato y se procedió a sellar las bolsas utilizando hilo plástico (piola).
- ❖ Se incubó las bolsas en la oscuridad a una temperatura de 25 °C, se monitorio diariamente para controlar la temperatura y la humedad relativa.

Experimento 3

4.7.4. Fructificación

A los sustratos completamente colonizados (coloración blanco algodonosa), se los trasladó al cuarto de fructificación provisto por un sistema de riego por nebulización, luz indirecta, ventilación. Se los mantuvo a una HR de 85-90% y una temperatura entre los 18 y 25 °C. Es muy importante llevar el control de la luminosidad, temperatura, humedad relativa y aireación en todo el proceso productivo para obtener una mejor productividad y chequeos constantes para detectar cualquier indicio de contaminación o la presencia de insectos.

Experimento 4

4.7.5. Cosecha

- ❖ Se realizó la cosecha de los hongos cuando tomaron una forma plana, cabe mencionar que los carpóforos no deben presentar una forma convexa hacia abajo ni hacia arriba.
- ❖ La cosecha correspondió a tres oleadas, la primera fue la más representativa en cuanto al peso del hongo y eficiencia biológica se la efectuó cortando cuidadosamente por la base del talo con la ayuda de una navaja previamente desinfectada lo más pegado posible al sustrato.

V. RESULTADOS Y DISCUSIÓN

5.1. RESULTADOS

5.1.1. Caracterización fisicoquímica de los residuos agrícolas

5.1.1.1. Contenido de humedad, ceniza, fibra cruda y potencial de hidrógeno (pH) de los sustratos utilizados

El contenido de humedad, ceniza, fibra cruda y potencial de hidrógeno (pH) de los sustratos utilizados están descritos en la tabla N°7, se observa que el mayor porcentaje de humedad presenta el sustrato de bagazo de caña de azúcar con 87,5%, en cenizas el sustrato de salvado de quinua con 3,6%, en fibra cruda el sustrato de cascara de fréjol con 17,53% y en potencial de hidrógeno el sustrato de paja de cebada con 6,95%, lo que indica que se debe considerar los parámetros de humedad y pH en los sustratos para que pueda desarrollarse el micelio del hongo.

Tabla N° 7. Contenido de humedad, ceniza, fibra cruda y potencial de hidrógeno pH de los sustratos

SUSTRATO	HUMEDAD (%)	CENIZAS (%)	FIBRA CRUDA (%)	pH
Bagazo de caña	87,5	0,5	11,26	4,47
Paja de cebada	76,1	2,7	12,81	6,95
Cascara de fréjol	75,2	1,6	17,63	5,93
Salvado de quinua	75,1	3,6	9,01	5,56

Fuente: Departamento de Investigación Laboratorio de Bromatología-UEB, 2016

5.1.1.2. Contenido de humedad, cenizas, fibra cruda y potencial de hidrógeno pH de las mezclas de sustratos

El contenido de humedad, cenizas, fibra cruda y potencial de hidrógeno pH de las mezclas de sustratos según el diseño experimental está descrito en la tabla N°8, se observa que el mayor porcentaje de humedad presenta la mezcla T3 con 78,1 %, cenizas la mezcla T1 con 3,6 % y la mezcla T3 con 3,6%, en fibra cruda la mezcla 67,62 %, en potencial de hidrógeno el sustrato la mezcla T3 con 9,69 %. Según fuentes bibliográficas e investigaciones realizadas se afirma que la humedad ideal debe estar dentro de los límites teóricos de 70 y 75 % con un pH ideal estar entre 6 y 8, siendo los parámetros de humedad y pH los más considerados en investigaciones.

Tabla N° 8. Contenido de humedad, cenizas, fibra cruda y potencial de hidrógeno pH de las mezclas de sustratos según el diseño experimental

SUSTRATO	HUMEDAD (%)	CENIZAS (%)	FIBRA CRUDA (%)	pH
Mezcla T1	75,5	3,6	67,62	8,76
Mezcla T2	76,1	3,3	24,0	9,26
Mezcla T3	78,1	3,6	20,9	9,69

Fuente: Departamento de Investigación Laboratorio de Bromatología-UEB, 2016

5.1.1.3. Contenido de proteína y nitrógeno en base seca de los residuos agrícolas

El porcentaje de proteína y nitrógeno en base seca de los residuos agrícolas utilizados están indicados en la tabla N°9, se observa que el porcentaje de proteína de los residuos agrícolas fue de 10,01% para el sustrato de quínuva (salvado); 2,80% para el sustrato de fréjol; 2,50% para el sustrato de bagazo caña de azúcar y 3,5% para el sustrato paja de cebada. El mayor porcentaje de nitrógeno registrado fue de 1,61% del sustrato de quínuva (salvado), mientras que el sustrato de fréjol

presento 0,447% N, 0,4% N el sustrato de bagazo caña de azúcar y 0,56% N el sustrato paja de cebada.

Tabla N° 9. Porcentaje de proteína y nitrógeno en base seca de los sustratos utilizados

SUSTRATO	% de Proteína	% Nitrógeno
Sustrato de quínuva (salvado)	10,1	1,61
Sustrato de fréjol	2,8	0,447
Sustrato de bagazo caña de azúcar	2,5	0,4
Sustrato paja de cebada	3,5	0,56

Fuente: Laboratorio de Control y Análisis de Alimentos - LACONAL, 2016

5.2. MEDICIÓN DE LOS INDICADORES DE PRODUCTIVIDAD

5.2.1. Variable N° 1. Tiempo de aparición de primordios (TAP)

Los resultados promedios de los tratamientos en la variable tiempo de aparición de primordios (TAP) están indicados en la tabla N°10 y Gráfico N°3, donde el valor del promedio de T3 (31,0) es significativo para el resto de tratamientos debido a que éste es mayor que la media general (27,44).

En la tabla N°11, está descrito el resumen del análisis de varianza (ADEVA) en el cual se observa que con un 95% de confiabilidad estadística no se acepta la hipótesis nula y no se rechaza la hipótesis alterna, debido a que Fisher calculado (6,018) es mayor que Fisher de tablas (5,14) y complementariamente P-valor es menor a 0,05.

En la tabla N°12 y en la ecuación N°1, se observa que el tiempo de aparición de primordios (TAP) con sus tratamientos igual a 0 (Y_{ij}) el punto exactamente donde la recta cruza el eje de las Y (abscisas) es igual a 27,33.

En la tabla N°13, se presenta la prueba de rangos múltiples de Túkey en que indica con 95% de confiabilidad estadística el mejor tratamiento es T2.

Tabla N° 10. Resultados promedios de los tratamientos en la variable tiempo de aparición de primordios (TAP)

Tratamientos	Promedios (días)	Media por Tratamiento
T1R1	26	27,33
T1R2	26	
T1R3	30	
T2R1	24	24,00
T2R2	24	
T2R3	24	
T3R1	28	31,0
T3R2	35	
T3R3	30	
Media General: 27,44		

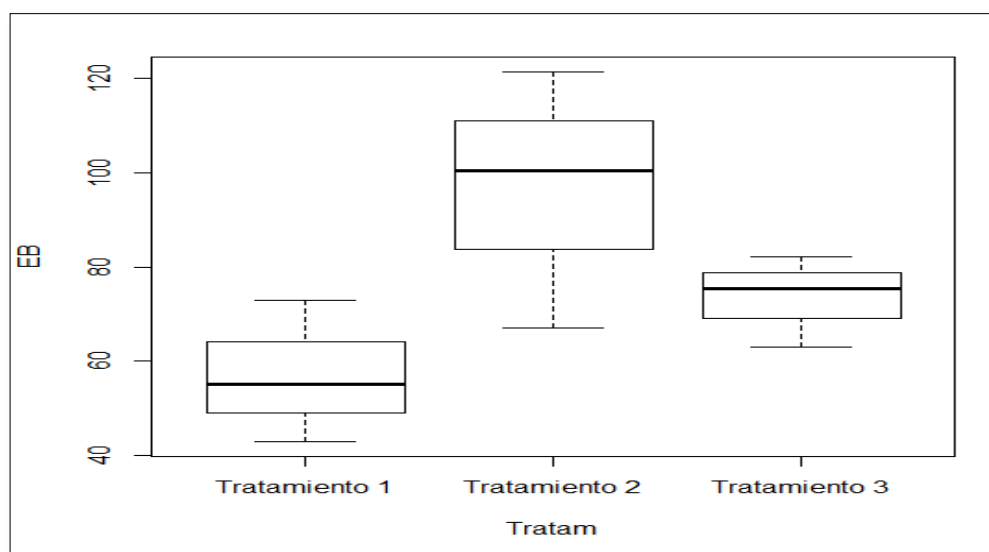
Fuente: Autores 2016

Tabla N° 11. Resumen del análisis de varianza (ADEVA) para evaluar la variable tiempo de aparición de primordios (TAP)

ADEVA					
F.V.	GL	SUMA DE CUADRADOS	SUMA DE CUADRADOS MEDIOS	F VALOR	Pr(>F)
Tratamientos	2	73,56	36,78	6,018	0,0368*
Residual	6	36,67	6,11	-----	-----

Fuente: Autores 2016

Gráfico N° 3. Resultados promedios de los tratamientos en la variable tiempo de aparición de primordios (TAP)



Fuente: Autores 2016

Tabla N° 12. Resumen de los coeficientes para el modelo matemático para la variable tiempo de aparición de primordios (TAP)

Coeficientes				
	Estimación	Std. error	Valor t	Pr(> t)
Intercepto	27,33	1,427	19,151	1,31e-06 ***
Tratamiento 2	-3,333	2,018	-1,651	0,150
Tratamiento 3	3,667	2,018	1,817	0,119

Fuente: Autores 2016

ECUACIÓN 1:

$$Y_{ij} = 27,33 + 0t_1 - 3,33t_2 + 3,66t_3 + \epsilon_{ij}$$

Tabla N° 13. Pruebas de comparación de Túkey para la variable tiempo de aparición de primordios (TAP)

Tratamientos	Promedios
Tratamiento 3- Tratamiento 2	7,00
Tratamiento 1- Tratamiento 2	3,33
Tratamiento 3- Tratamiento 1	3,67

Fuente: Autores 2016

$$Dms (\text{Tukey}) = g (\alpha); t; gl \text{ error} * S$$

$$Dms (\text{Tukey}) = g (0,05; 3; 6) * \sqrt{\frac{Cme}{r}}$$

$$Dms (\text{Tukey}) = g (0,05; 3; 6) * \sqrt{\frac{6,11}{3}}$$

$$\mathbf{Dms (\text{Tukey} \alpha 0,05) = 6,19}$$

Fuente: Padrón, E. 1997

5.2.2. Variable N° 2. Número de racimos en cada tratamiento (NRT)

Los resultados promedios de la variable número de racimos en cada tratamiento (NRT) están descritos en la tabla N° 14 y gráfico N° 4, como se puede observar en cuanto a la comparación de las medias de los tratamientos con la media general, el T2 es significativo e incluso T1 puede ser significativo porque tiene el mismo valor que la media general, para constatar este criterio en la tabla N° 15, se observa que con un 95% de confiabilidad estadística no se rechaza la hipótesis nula y no se acepta la hipótesis alterna, debido a que Fisher calculado (3,00) es menor que Fisher de tablas (5,14) es decir que no hay diferencia entre los tratamientos según la estadística, complementariamente P-valor es mayor a 0,05.

En la tabla N° 16 y en la ecuación 2 se observa que el tiempo de aparición de primordios (TAP) con sus tratamientos igual a cero el punto exactamente donde la recta cruza el eje de las (abscisas) es igual a 4,33.

En la tabla N° 17, se presenta la prueba de rangos múltiples de Túkey en que indica con 95% de confiabilidad estadística el mejor tratamiento es T2.

Tabla N° 14. Resultados promedios en la variable número de racimos en cada tratamiento (NRT)

Tratamientos	Promedios (unidades)	Media por tratamiento
T1R1	6	4,33
T1R2	4	
T1R3	3	
T2R1	5	5,33
T2R2	5	
T2R3	6	
T3R1	3	3,33
T3R2	3	
T3R3	4	
Media General: 4,33		

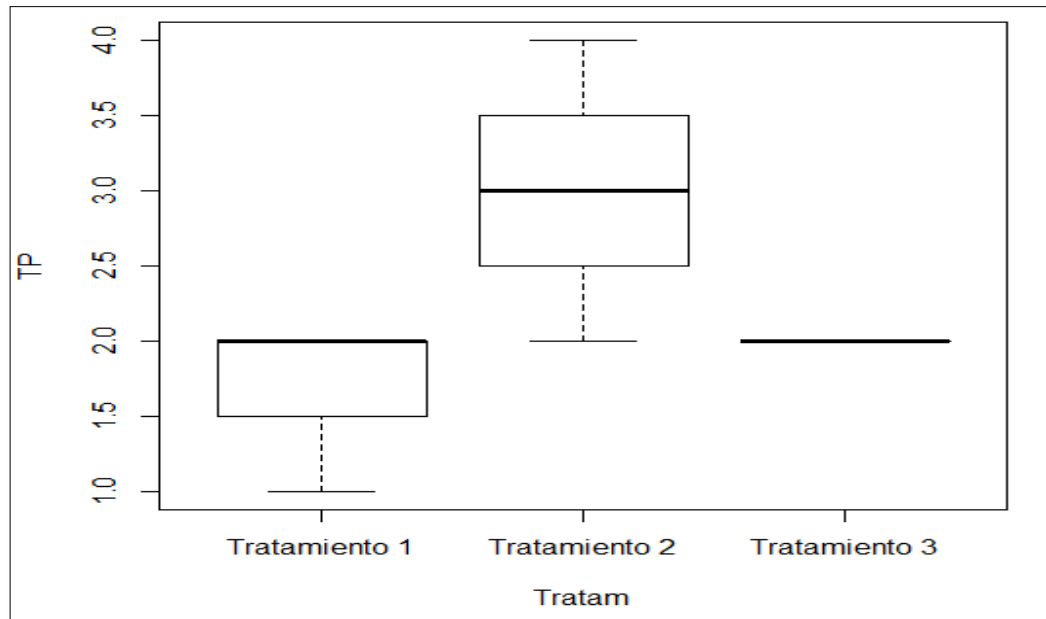
Fuente: Autores 2016

Tabla N° 15. Resumen del análisis de varianza (ADEVA) para evaluar la variable número de racimos en cada tratamiento (NRT)

ADEVA					
F. V.	GL	SUMA DE CUADRADOS	SUMA DE CUADRADOS MEDIOS	F VALOR	Pr(>F)
Tratamientos	2	6	3	3	0,125
Residual	6	6	1	-----	-----

Fuente: Autores 2016

Gráfico N° 4. Resultados promedios en la variable número de racimos en cada tratamiento (NRT)



Fuente: Autores 2016

Tabla N° 16. Resumen de los coeficientes para el modelo matemático para la variable número de racimos en cada tratamiento (NRT)

Coeficientes				
	Estimación	Std. Error	t valor	Pr(> t)
Intercepto	43,333	0,5774	7,506	0,000289 ***
Tratamiento 2	10,000	0,8165	1,225	0,266570
Tratamiento 3	-10,000	0,8165	-1,225	0,266570

Fuente: Autores 2016

ECUACIÓN 2:

$$Y_{ij} = 4,3333 + 0t_1 + 1,0000t_2 - 1,0000t_3 + \varepsilon_{ij}$$

Tabla N° 17. Pruebas de comparación de Túkey para la variable número de racimos en cada tratamiento (NRT)

Tratamientos	Promedios
Tratamiento 3- Tratamiento 2	2,00
Tratamiento 1- Tratamiento 2	1,00
Tratamiento 3- Tratamiento 1	1,00

Fuente: Autores 2016

$$Dms \text{ (Tukey)} = q (\alpha); t; gl \text{ error} * S\hat{x}$$

$$Dms \text{ (Tukey)} = q (0,05; 3; 6) * \sqrt{\frac{Cme}{r}}$$

$$Dms \text{ (Tukey)} = q (0,05; 3; 6) * \sqrt{\frac{1}{3}}$$

$$Dms \text{ (Tukey } \alpha 0,05) = 2,50$$

5.2.3. Variable N° 3. Número de carpóforos por racimo o penca (NCR)

El número de racimos en cada tratamiento (NRT) están indicados en la tabla N°18 y grafico N°5, se observa en cuanto a la comparación de las medias de los tratamientos con la media general la más representativa es T2 (12,33) cuyo valor es mayor que la media general (9,11).

En la tabla N°19 se observa el resumen del análisis de varianza (ADEVA) en el cual se observa que según las estadísticas no se acepta la hipótesis nula y no se rechaza la hipótesis alterna hasta con un nivel de significancia del 1%, para constatar este criterio P-valor es mayor a 0,001, es decir que hay una fuerte evidencia de que es extremadamente significativo.

En la tabla N°20 y en la ecuación N°3, se observa que para el número de carpóforos por racimo o penca (NCR) con sus tratamientos igual a 0, se puede observar que el intercepto y T3 son extremadamente significativos, mientras que

T2 es significativo, es decir que el punto exactamente donde la recta cruza el eje de las Y (abscisas) es igual a (12,33).

En la tabla N°21, se presenta la prueba de rangos múltiples de Túkey en que indica con 95% de confiabilidad estadística el mejor tratamiento es T1.

Tabla N° 18. Resultados promedios de los tratamientos en la variable número de carpóforos por racimo o penca (NCR)

Tratamientos	Promedios (unidades)	Media por tratamiento
T1R1	12	12,33
T1R2	13	
T1R3	12	
T2R1	7	7,66
T2R2	8	
T2R3	8	
T3R1	7	7,33
T3R2	9	
T3R3	6	
Media General: 9,11		

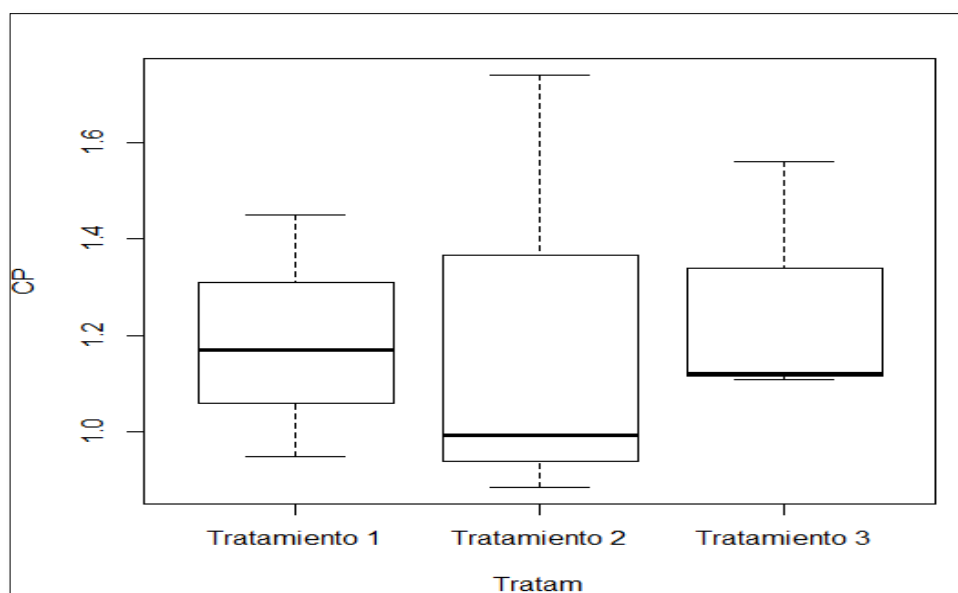
Fuente: Autores 2016

Tabla N° 19. Resumen del análisis de varianza (ADEVA) para evaluar la variable número de carpóforos por racimo o penca (NCR)

ADEVA					
F. V.	GL	SUMA DE CUADRADOS	SUMA DE CUADRADOS MEDIOS	F VALOR	Pr(>F)
Tratamientos	2	46,889	23,444	23,444	0,00146 **
Residual	6	6,000	1,000	-----	-----

Fuente: Autores 2016

Gráfico N° 5. Resultados promedios de los tratamientos en la variable número de carpóforos por racimo o penca (NCR)



Fuente: Autores 2016

Tabla N° 20. Resumen de los coeficientes para el modelo matemático de la variable número de carpóforos por racimo o penca (NCR)

Coefficientes				
	Estimación	Std. Error	t valor	Pr(> t)
Intercepto	123,333	0,5774	19,151	6,86e-07 ***
Tratamiento 2	-46,667	0,8165	-5,715	0,001243 **
Tratamiento 3	-50,000	0,8165	-6,124	0,000866 ***

Fuente: Autores 2016

ECUACIÓN 3:

$$Y_{ij} = 12,33 + 0t_1 - 4,66t_2 - 5,00 t_3 + \epsilon_{ij}$$

Tabla N° 21. Pruebas de comparación de Túkey para la variable número de carpóforos por racimo o penca (NCR)

Tratamientos	Promedios
Tratamiento 3- Tratamiento 2	0,33
Tratamiento 1- Tratamiento 2	4,67
Tratamiento 3- Tratamiento 1	5,00

Fuente: Autores 2016

$$Dms \text{ (Tukey)} = g(\alpha); t; gl \text{ error} * S\hat{x}$$

$$Dms \text{ (Tukey)} = g(0,05; 3; 6) * \sqrt{\frac{Cme}{r}}$$

$$Dms \text{ (Tukey)} = g(0,05; 3; 6) * \sqrt{\frac{1,00}{3}}$$

$$Dms \text{ (Tukey } \alpha 0,05) = 2,50$$

5.2.4. Variable N°4. Tamaño de los carpóforos por racimo (TCR) ancho

Los resultados promedios de los tratamientos en la variable tamaño de los carpóforos por racimo (TCR) ancho están indicados en la tabla N°22 y grafico N°6 donde se observa en cuanto a la comparación de las medias de los tratamientos con la media general la más representativa es T2 con una media de 6.10 es decir es mayor que la media general (5,27).

El resumen del análisis de varianza (ADEVA) esta descrito en la tabla N°23, donde se observa según las estadísticas no se acepta la hipótesis nula y no se rechaza la hipótesis alterna hasta con un nivel de significancia del 1%, complementariamente P-valor es mayor a 0,001, es decir que hay una fuerte evidencia de que es altamente significativa.

En la tabla N°24 y en la ecuación N°4 se observa que el tamaño de los carpóforos por racimo (TCR) ancho con sus tratamientos igual a cero, el intercepto y T3 son extremadamente significativos, mientras que T2 es significativo, el punto exactamente donde la recta cruza el eje de las Y es igual a (5,1667).

En la tabla N°25 se presenta la prueba de rangos múltiples de Túkey en que indica con 95% de confiabilidad estadística el mejor tratamiento es T2.

Tabla N° 22. Resultados promedios de los tratamientos en la variable tamaño de los carpóforos por racimo (TCR) ancho

Tratamientos	Promedios (cm)	Media por tratamiento
T1R1	5,8	5,16
T1R2	4,7	
T1R3	5	
T2R1	6	6,10
T2R2	6,1	
T2R3	6,2	
T3R1	5	4,56
T3R2	4,3	
T3R3	4,4	
Media General: 5,27		

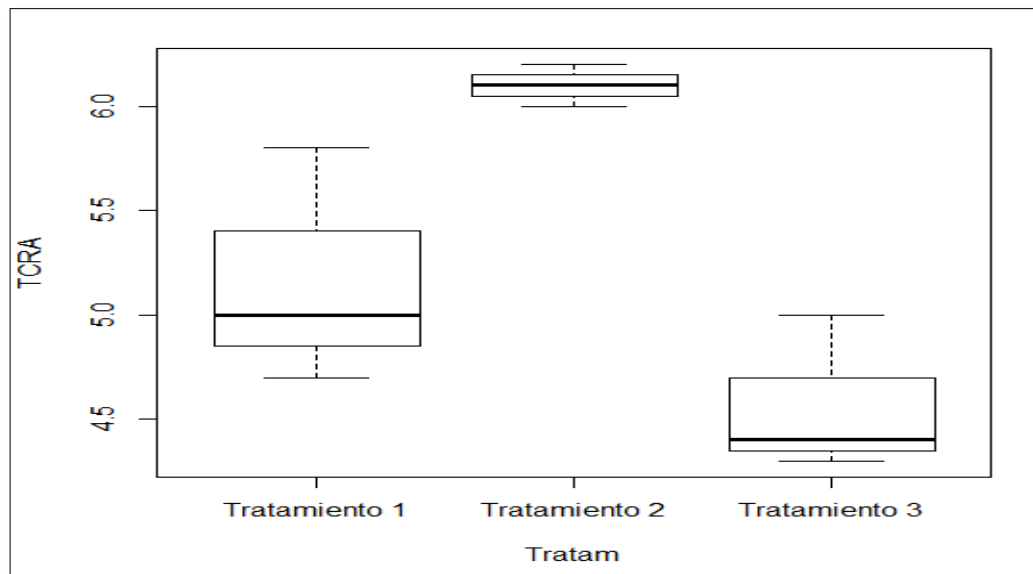
Fuente: Autores 2016

Tabla N° 23. Resumen del análisis de varianza (ADEVA) para evaluar la variable tamaño de los carpóforos por racimo (TCR) ancho

ADEVA					
F. V.	GL	SUMA DE CUADRADOS	SUMA DE CUADRADOS MEDIOS	F VALOR	Pr(>F)
Tratamientos	2	3,582	1,7911	11,27	0,00929 **
Residual	6	0,953	0,1589	-----	-----

Fuente: Autores 2016

Gráfico N° 6. Resultados promedios de los tratamientos en la variable tamaño de los carpóforos por racimo (TCR) ancho



Fuente: Autores 2016

Tabla N° 24. Resumen de los Coeficientes para el modelo matemático de la variable tamaño de los carpóforos por racimo (TCR) ancho.

Coeficientes				
	Estimación	Std. Error	t valor	Pr(> t)
Intercepto	51,667	0,2301	22,450	5,11e-07 ***
Tratamiento 2	0,9333	0,3255	2,868	0,0285 *
Tratamiento 3	-0,6000	0,3255	-1,844	0,1148

Fuente: Autores 2016

ECUACIÓN 4:

$$Y_{ij} = 5,1667 + 0t_1 + 0,9333t_2 - 0,6000 t_3 + \epsilon_{ij}$$

Tabla N° 25. Pruebas de comparación de Tukey para la variable tamaño de los carpóforos por racimo (TCR) ancho

Tratamientos	Promedios
Tratamiento 3- Tratamiento 2	1,54
Tratamiento 1- Tratamiento 2	0,94
Tratamiento 3- Tratamiento 1	0,60

Fuente: Autores 2016

$$Dms \text{ (Tukey)} = g (\alpha); t; gl \text{ error} * S\hat{x}$$

$$Dms \text{ (Tukey)} = g (0,05; 3; 6) * \sqrt{\frac{Cme}{r}}$$

$$Dms \text{ (Tukey)} = g (0,05; 3; 6) * \sqrt{\frac{0,15}{3}}$$

$$Dms \text{ (Tukey } \alpha 0,05) = 0,97$$

5.2.5. Variable N° 5. Tamaño de los carpóforos por racimo (TCR) longitud

Los resultados promedios de los tratamientos en la variable tamaño de los carpóforos por racimo (TCR) longitud están descritos en la tabla N°26 y el gráfico N°7 en el cual se observa en cuanto a la comparación de las medias de los tratamientos con la media general la más representativa es T2 con una media de 5,43.

El resumen del análisis de varianza (ADEVA) establecido en la tabla N°27, se observa que con un 95% de confiabilidad estadística no se rechaza la hipótesis nula y no se acepta la hipótesis alterna debido a que Fisher calculado (4,169) es mayor que Fisher de tablas (5,14) es decir que no es significativa la diferencia, además P valor está fuera de rango para 0,05.

En la tabla N°28 y en la ecuación N°4 se observa que el tamaño de los carpóforos por racimo (TCR) longitud, cuando sus tratamientos es igual a cero, el punto exactamente donde la recta cruza el eje de las Y (abscisas) es igual (5,13).

En la tabla N°29 se presenta la prueba de rangos múltiples de Túkey en que indica con 95% de confiabilidad estadística el mejor tratamiento es T2.

Tabla N° 26. Resultados promedios de los tratamientos en la variable tamaño de los carpóforos por racimo (TCR) longitud

Tratamientos	Promedios(cm)	Media por tratamiento
T1R1	5,3	5,13
T1R2	5,0	
T1R3	5,1	
T2R1	5,2	5,43
T2R2	5,4	
T2R3	5,7	
T3R1	5,2	4,80
T3R2	4,5	
T3R3	4,7	
Media General: 5,12		

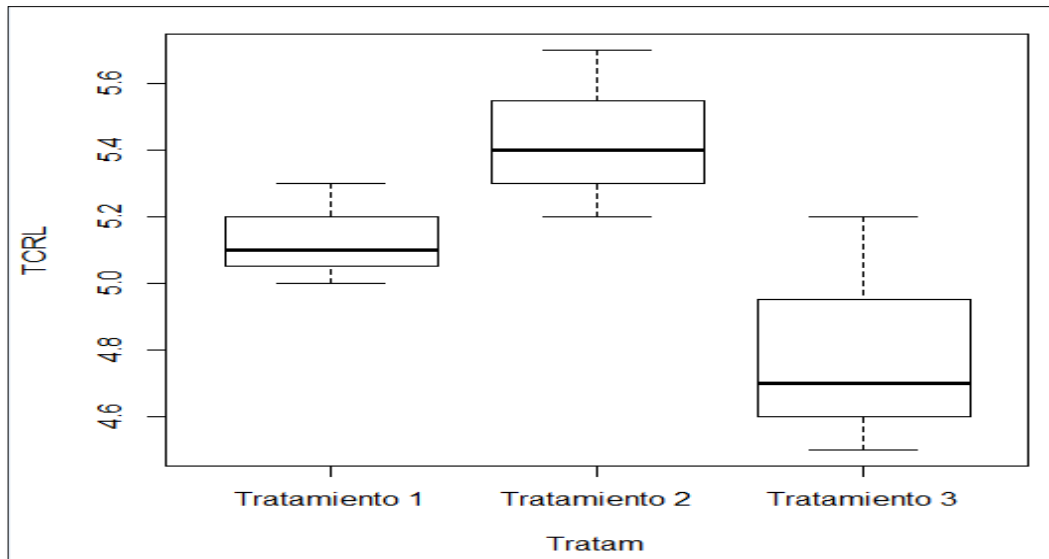
Fuente: Autores 2016

Tabla N° 27. Resumen del análisis de varianza (ADEVA) para evaluar la variable tamaño de los carpóforos por racimo (TCR) longitud

ADEVA					
F. V.	GL	SUMA DE CUADRADOS	SUMA DE CUADRADOS MEDIOS	F VALOR	Pr(>F)
Tratamientos	2	0,6022	0,30111	4,169	0,0733
Residual	6	0,4333	0,07222	-----	-----

Fuente: Autores 2016

Gráfico N° 7. Resultados promedios de los tratamientos en la variable Tamaño de los carpóforos por racimo (TCR) longitud



Fuente: Autores 2016

Tabla N° 28. Resumen de los coeficientes para el modelo matemático de la variable tamaño de los carpóforos por racimo (TCR) longitud

Coeficientes				
	Estimación	Std. Error	t Valor	Pr(> t)
Intercepto	5,1333	0,1552	33,085	5,07e-08 ***
Tratamiento 2	0,3000	0,2194	1,367	0,221
Tratamiento 3	-0,333

Fuente: Autores 2016

ECUACIÓN 5:

$$Y_{ij} = 5,1333 + 0t_1 + 0,3000 t_2 - 0,3333t_3 + \epsilon_{ij}$$

Tabla N° 29. Pruebas de comparación de Túkey para la variable tamaño de los carpóforos por racimo (TCR) longitud.

Tratamientos	Promedios
Tratamiento 3- Tratamiento 2	0,63
Tratamiento 1- Tratamiento 2	0,30
Tratamiento 3- Tratamiento 1	0,33

Fuente: Autores 2016

$$Dms \text{ (Tukey)} = g (\alpha); t; gl \text{ error} * S\hat{x}$$

$$Dms \text{ (Tukey)} = g (0,05; 3; 6) * \sqrt{\frac{Cme}{r}}$$

$$Dms \text{ (Tukey)} = g (0,05; 3; 6) * \sqrt{\frac{0,07}{3}}$$

$$Dms \text{ (Tukey } \alpha 0,05) = 0,66$$

5.2.6. Variable N° 6. Peso del hongo fresco (PHF)

Los resultados promedios de los tratamientos en la variable peso del hongo fresco (PHF) están indicados en la tabla N°30 y grafico N°8 donde se observa en cuanto a la comparación de las medias de los tratamientos con la media general la más representativa es T2 con una media de 493.3, mientras que el resumen del análisis de varianza ADEVA esta descrito en la tabla N°31, donde se observa que con un 95% de confiabilidad estadística no se acepta la hipótesis nula y no se rechaza la hipótesis alterna debido a que Fisher calculado (8,25) es mayor que Fisher de tablas (5,14) es decir que es significativa la diferencia de los tratamientos, además P valor es mayor que 0,05.

En la tabla N°32 y en la ecuación N° 6 se observa que el peso del hongo fresco (PHF) con sus tratamientos igual a cero, el punto exactamente donde la recta cruza el eje de las Y (abscisa) es igual al (280,00).

En la tabla N°33, se presenta la prueba de rangos múltiples de Túkey en que indica con 95% de confiabilidad estadística el mejor tratamiento es T2.

Tabla N° 30. Resultados promedios de los tratamientos en la variable peso del hongo fresco (PHF)

Tratamientos	Promedios (g)	Media por tratamiento
T1R1	270	280,00
T1R2	210	
T1R3	360	
T2R1	480	493,30
T2R2	420	
T2R3	580	
T3R1	280	323,30
T3R2	330	
T3R3	360	
Media General: 365,55		

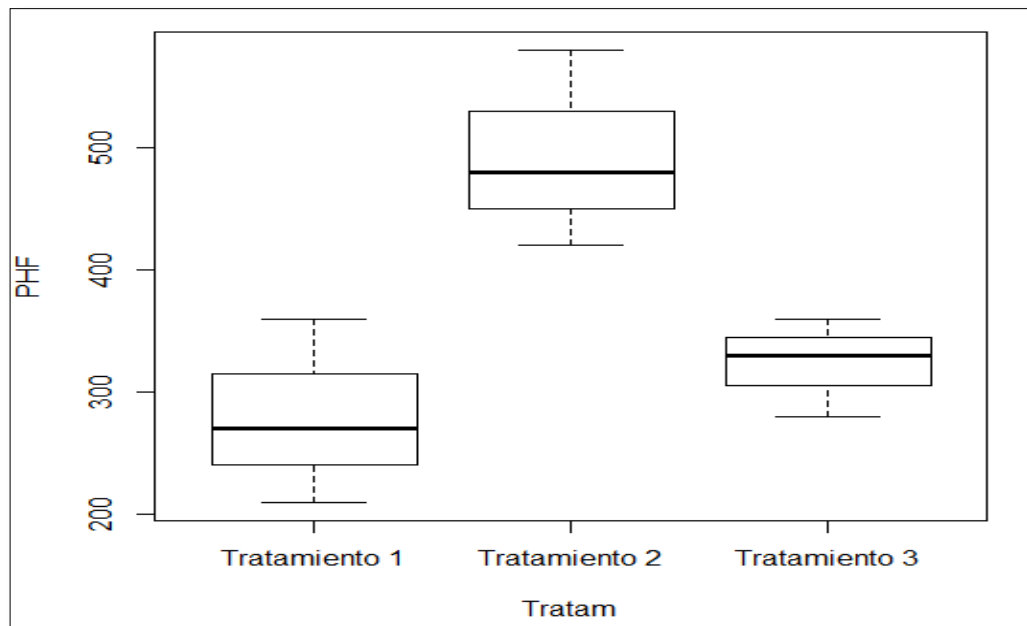
Fuente: Autores 2016

Tabla N° 31. Resumen del análisis de varianza (ADEVA) para evaluar la variable peso del hongo fresco (PHF)

ADEVA					
F. V.	GL	SUMA DE CUADRADOS	SUMA DE CUADRADOS MEDIOS	F valor	Pr(>F)
Tratamientos	2	76289	38144	8,2524	0,01895 *
Residual	6	27733	4622	-----	-----

Fuente: Autores 2016

Gráfico N° 8. Resultados promedios de los tratamientos en la variable peso del hongo fresco (PHF)



Fuente: Autores 2016

Tabla N° 32. Resumen de los coeficientes para el modelo matemático de la variable peso del hongo fresco (PHF)

Coeficientes				
	Estimación	Std. Error	t valor	Pr(> t)
Intercepto	280,00	39,25	7,133	0,000382 ***
Tratamiento 2	213,33	55,51	3,843	0,008528 **
Tratamiento 3	43,33	55,51	0,781	0,464697

Fuente: Autores 2016

ECUACIÓN 6:

$$Y_{ij} = 280,00 + 0t_1 + 213,33 t_2 + 43,33t_3 + \epsilon_{ij}$$

Tabla N° 33. Pruebas de comparación de Tukey para la variable peso del hongo fresco (PHF)

Tratamientos	Promedios
Tratamiento 3- Tratamiento 2	170,00
Tratamiento 1- Tratamiento 2	213,30
Tratamiento 3- Tratamiento 1	43,30

Fuente: Autores 2016

$$Dms \text{ (Tukey)} = g (\alpha); t; gl \text{ error} * S\hat{x}$$

$$Dms \text{ (Tukey)} = g (0,05; 3; 6) * \sqrt{\frac{Cme}{r}}$$

$$Dms \text{ (Tukey)} = g (0,05; 3; 6) * \sqrt{\frac{4622}{3}}$$

$$Dms \text{ (Tukey } \alpha 0,05) = 170,35$$

5.2.7. Variable N° 7. Eficiencia biológica (EB)

Los resultados promedios de los tratamientos en la variable eficiencia biológica (EB) están indicados en la tabla N°34 y gráfico N°9 se observa en cuanto a la comparación de las medias de los tratamientos con la media general T2 es significativo con una media de 96.23 con relación al resto de tratamientos, mientras que los resultados del análisis de varianza ADEVA están inmersos en la tabla N°35 donde se observa que con un 95% de confiabilidad estadística no se rechaza la hipótesis nula y no se acepta la hipótesis alterna debido a que Fisher calculado (3.248) es menor que Fisher de tablas (5,14) es decir que es significativa la diferencia de los tratamientos, además P valor es mayor que 0,05.

En la tabla N°36 y en la ecuación N°7 se observa que la eficiencia biológica (EB) con sus tratamientos igual a cero el punto exactamente donde la recta cruza el eje de las Y (abscisa) es igual a 57,00.

En la tabla N°37 se presenta la prueba de rangos múltiples de Túkey en que indica con 95% de confiabilidad estadística el mejor tratamiento es T2.

Tabla N° 34. Resultados promedios de los tratamientos en la variable eficiencia biológica (EB)

Tratamientos	Promedios (%)	Media por tratamiento
T1R1	55,00	57
T1R2	43,00	
T1R3	73,00	
T2R1	100,41	96,23
T2R2	121,33	
T2R3	66,94	
T3R1	63,00	73,51
T3R2	75,34	
T3R3	82,19	
Media General: 75,58		

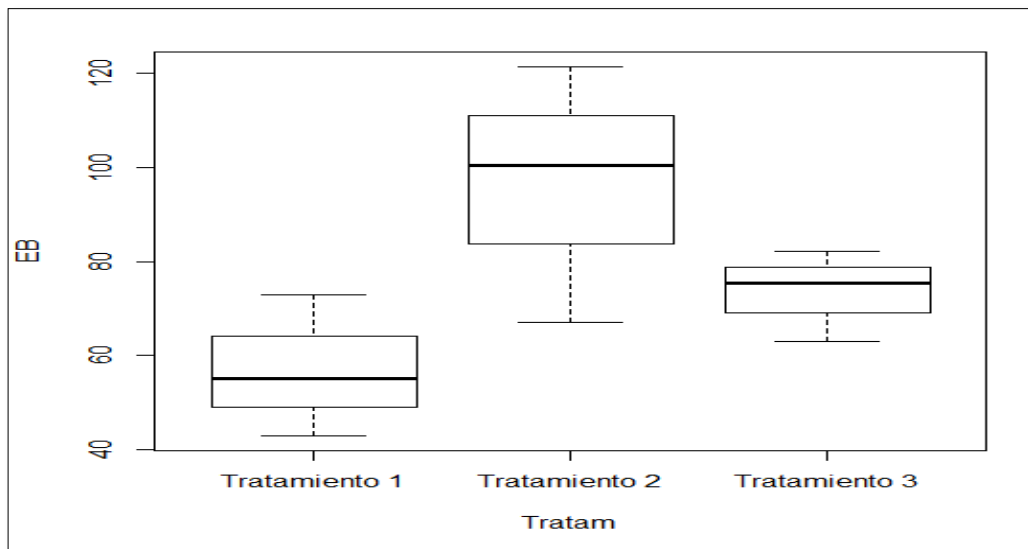
Fuente: Autores 2016

Tabla N° 35. Resumen del análisis de varianza (ADEVA) para evaluar la variable eficiencia biológica (EB)

ADEVA					
F.V.	GL	SUMA DE CUADRADOS	SUMA DE CUADRADOS MEDIOS	F VALOR	Pr(>F)
Tratamientos	2	2328	1164,1	3,248	0,111
Residual	6	2151	358,5	-----	-----

Fuente: Autores 2016

Gráfico N° 9. Resultados promedios de los tratamientos en la variable eficiencia biológica (EB)



Fuente: Autores 2016

Tabla N° 36. Resumen de los Coeficientes para el modelo matemático de la variable eficiencia biológica (EB)

Coeficientes				
	Estimación	Std. Error	t valor	Pr(> t)
Intercepto	57,00	10,93	5,215	0,00199 **
Tratamiento 2	39,23	15,46	2,538	0,04420 *
Tratamiento 3	16,51	15,46	1,068	0,32659

Fuente: Autores 2016

ECUACIÓN 7:

$$Y_{ij} = 57,00 + 0t_1 + 39,23t_2 + 16,51 t_3 + \varepsilon_{ij}$$

Tabla N° 37. Pruebas de comparación de Túkey para la variable eficiencia biológica (EB).

Tratamientos	Promedios
Tratamiento 3- Tratamiento 2	22,72
Tratamiento 1- Tratamiento 2	39,23
Tratamiento 3- Tratamiento 1	16,51

Fuente: Autores 2016

$$Dms \text{ (Tukey)} = g (\alpha); t; gl \text{ error} * S\hat{x}$$

$$Dms \text{ (Tukey)} = g (0,05; 3; 6) * \sqrt{\frac{Cme}{r}}$$

$$Dms \text{ (Tukey)} = g (0,05; 3; 6) * \sqrt{\frac{358,5}{3}}$$

$$Dms \text{ (Tukey } \alpha 0,05) = 47,44$$

5.2.8. Variable N° 8. Tasa de producción

Los resultados promedios de los tratamientos en la variable tasa de producción (TP) están indicados en la tabla N°38 y gráfico N°10 donde se observa en cuanto a la comparación de las medias de los tratamientos con la media general(2,22); T2 es significativo con una media de 3,0 con relación al resto de tratamientos y la media general, mientras que los resultados de los análisis de varianza ADEVA están indicados en la tabla N°39 donde se observa que con un 95% de confiabilidad estadística no se rechaza la hipótesis nula y no se acepta la hipótesis alterna debido a que Fisher calculado (3,25) es menor que Fisher de tablas (5,14) es decir que es significativa la diferencian de los tratamientos, además P valor es mayor que 0,05.

En la tabla N°30 y en la ecuación N°8, se observa que la tasa de producción (TP) con sus tratamientos igual a cero, el punto exactamente donde la recta cruza el eje de las Y (abscisa) es igual (1,66).

En la tabla N°41, se presenta la prueba de rangos múltiples de Túkey en que indica con 95% de confiabilidad estadística el mejor tratamiento es T2.

Tabla N° 38. Resultados promedios de los tratamientos en la variable tasa de producción (TP)

Tratamientos	Promedios	Media por tratamiento
T1R1	2	1,66
T1R2	1	
T1R3	2	
T2R1	3	3,00
T2R2	4	
T2R3	2	
T3R1	2	2,00
T3R2	2	
T3R3	2	
Media General: 2,22		

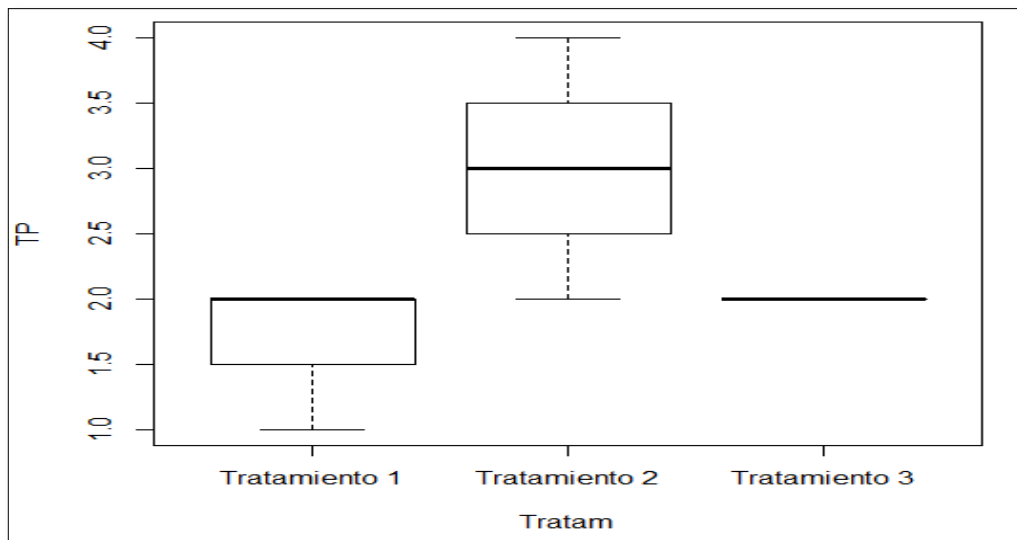
Fuente: Autores 2016

Tabla N° 39. Resumen del análisis de varianza (ADEVA) para evaluar la variable tasa de producción (TP)

ADEVA					
F. V.	GL	SUMA DE CUADRADOS	SUMA DE CUADRADOS MEDIOS	F VALOR	Pr(>F)
Tratamientos	2	28,889	144,44	3,25	0,1106
Residual	6	26,667	0,44	-----	-----

Fuente: Autores 2016

Gráfico N° 10. Resultados promedios de los tratamientos en la variable tasa de producción (TP)



Fuente: Autores 2016

Tabla N° 40. Resumen del análisis de varianza (ADEVA) para evaluar la variable Tasa de Producción (TP)

Coeficientes				
	Estimación	Std. Error	t valor	Pr(> t)
Intercepto	16,667	0,3849	4,330	0,00493 **
Tratamiento 2	13,333	0,5443	2,449	0,04983 *
Tratamiento 3	0,3333	0,5443	0,612	0,56276

Fuente: Autores 2016

ECUACIÓN:

$$Y_{ij} = 1,6667 + 0t_1 + 1,3333t_2 + 0,3333 t_3 + \epsilon_{ij}$$

Tabla N° 41. Pruebas de comparación de Tukey para la variable tasa de producción (TP)

Tratamientos	Promedios
Tratamiento 3- Tratamiento 2	1,00
Tratamiento 1- Tratamiento 2	1,34
Tratamiento 3- Tratamiento 1	0,34

Fuente: Autores 2016

$$Dms \text{ (Tukey)} = g (\alpha); t; gl \text{ error} * S\hat{x}$$

$$Dms \text{ (Tukey)} = g (0,05; 3; 6) * \sqrt{\frac{Cme}{r}}$$

$$Dms \text{ (Tukey)} = g (0,05; 3; 6) * \sqrt{\frac{0,44}{3}}$$

$$Dms \text{ (Tukey } \alpha 0,05) = 1,66$$

5.2.9. Variable N° 9. Contenido de proteína en el hongo (CPH)

Los resultados promedios de los tratamientos en la variable contenido de proteína en el hongo (CPH) están indicados en la tabla N°42 y gráfico N°11, donde se puede observar en cuanto a la comparación de las medias de los tratamientos con la media general T3 es significativo con una media de 1,263, para constatar este criterio, en la tabla N°43 se observa que con un 95% de confiabilidad estadística no se rechaza la hipótesis nula y no se acepta la hipótesis alterna debido a que Fisher calculado (0,0385) es menor que Fisher de tablas (5,14) es decir que no es significativa la diferencia de los tratamientos, además P valor es mayor que 0,05.

En la tabla N°44 y en la ecuación N°9 se observa que el contenido de proteína (CP) con sus tratamientos igual a cero el punto exactamente donde la recta cruza el eje de las Y (abscisas) es igual a (1,19).

En la tabla N°45 se presenta la prueba de rangos múltiples de Túkey en que indica con 95% de confiabilidad estadística el mejor tratamiento es T3.

Tabla N° 42. Resultados promedios de los tratamientos en la variable contenido de proteína en el hongo (CPH)

Tratamientos	Promedios (%)	Media por tratamiento
T1R1	0,95	1,19
T1R2	1,17	
T1R3	1,45	
T2R1	1,74	1,20
T2R2	0,994	
T2R3	0,886	
T3R1	1,11	1,26
T3R2	1,56	
T3R3	1,12	
Media General: 1,22		

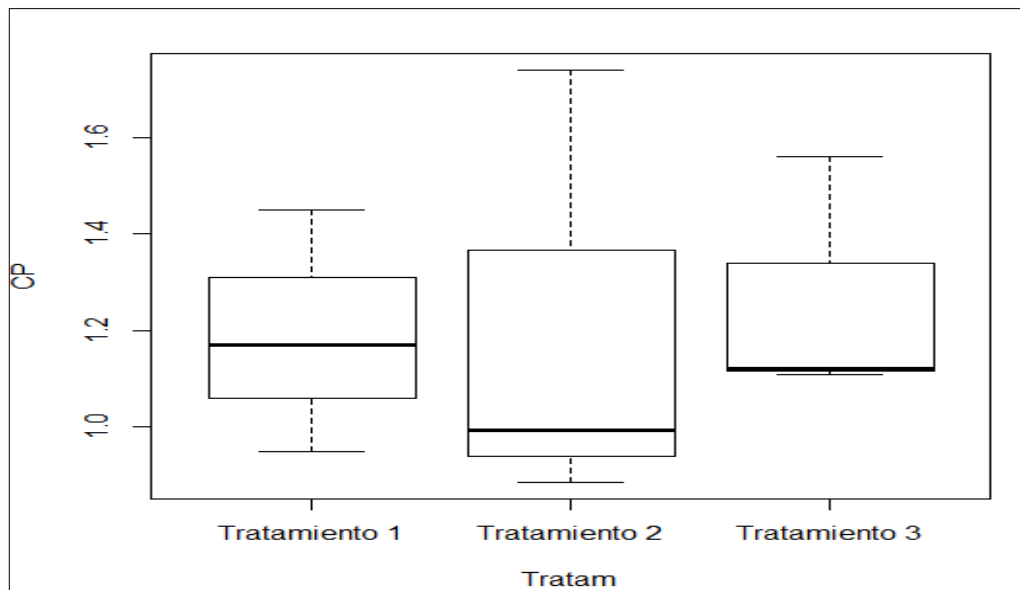
Fuente: Autores 2016

Tabla N° 43. Resumen del análisis de varianza (ADEVA) para evaluar la variable contenido de proteína (CP)

ADEVA					
F. V.	GL	SUMA DE CUADRADOS	SUMA DE CUADRADOS MEDIOS	F VALOR	Pr(>F)
Tratamientos	2	0,00887	0,004433	0,0385	0,9624
Residual	6	0,69017	0,115028	-----	-----

Fuente: Autores 2016

Gráfico N° 11. Resultados promedios de los tratamientos en la variable contenido de proteína en el hongo (CPH)



Fuente: Autores 2016

Tabla N° 44. Resumen del análisis de varianza (ADEVA) para evaluar la variable contenido de proteína (CP)

Coeficientes				
	Estimación	Std. Error	t valor	Pr(> t)
Intercepto	119,000	0,19581	6,077	0,000902 ***
Tratamiento 2	0,01667	0,27692	0,060	0,953962
Tratamiento 3	0,07333	0,27692	0,265	0,800013

Fuente: Autores 2016

ECUACIÓN:

$$Y_{ij} = 1,19000 + 0t_1 - 0,01667 t_2 + 0,07333 t_3 + \varepsilon_i$$

Tabla N° 45. Pruebas de comparación de Túkey para la variable contenido de proteína (CP)

Tratamientos	Promedios
Tratamiento 3- Tratamiento 2	0,06
Tratamiento 1- Tratamiento 2	0,01
Tratamiento 3- Tratamiento 1	0,07

Fuente: Autores 2016

$$Dms \text{ (Tukey)} = q (\alpha); t; gl \text{ error} * S\hat{x}$$

$$Dms \text{ (Tukey)} = q (0,05; 3; 6) * \sqrt{\frac{Cme}{r}}$$

$$Dms \text{ (Tukey)} = q (0,05; 3; 6) * \sqrt{\frac{0,11}{3}}$$

$$Dms \text{ (Tukey } \alpha 0,05) = 0,83$$

5.2.10. Variable N° 10 Proteína y nitrógeno del sustrato agotado (PNSA)

Como se puede observar en la tabla N°46 la proteína y nitrógeno de los sustratos agotados pertenecientes a las mezclas de los tres tratamientos utilizados en la producción de hongos para esta investigación cuyos valores fueron procesados en el laboratorio mediante análisis bromatológico dando un porcentual representativo de proteína a la mezcla de T1 con 1,21%, y un porcentual representativo de nitrógeno a la mezcla T1 con 0,193%. Siendo indicadores determinantes en esta investigación que aportaron a la producción de hongos.

Tabla N° 46. Proteína y nitrógeno del sustrato agotado (PNSA)

Proteína y nitrógeno del sustrato agotado (PNSA)		
Tratamientos	Proteína	Nitrógeno
T1	1,21	0,193
T2	1,12	0,179
T3	0,951	0,152

Fuente: Autores 2016

5.3.DISCUSIÓN

5.3.1. CARACTERIZACIÓN QUÍMICA DE LOS SUSTRATOS

5.3.1.1. Contenido de proteína y nitrógeno en base seca de los sustratos utilizados

La paja de cereales contiene un 75% de carbohidratos y se encuentra en un rango de 5-13% de proteína, el contenido de nitrógeno es proporcional al contenido de proteína que presente dicho sustrato evaluado (Aguinaga, P. 2012), siendo los valores reportados en esta investigación coherentes ya que se encuentran dentro de los rangos establecidos en bibliografía sin embargo, Romero, O. *et al.*, (2010) menciona que la variación proviene principalmente del tipo de planta, aunque también son importantes otros factores como la variedad, el grado de madurez, el manejo, la fertilidad del suelo, la época de siembra, la ocurrencia de heladas, etc., que influyen en el desarrollo en general de las plantas y de sus rastrojos; en consecuencia en la constitución nutricional de ellas en un momento dado.

5.3.1.2. Contenido de humedad, ceniza, fibra cruda y potencial de hidrógeno pH de los sustratos

Carvajal, G. (2010), no existen diferencias significativas en cuanto al porcentaje de humedad de los sustratos, pero en relación al contenido de materia seca, fibra cruda, energía cenizas existe diferencias numéricas ya que depende de la naturaleza y de la composición del sustrato. Valores que se asemejan a los de esta investigación, siendo estos coherentes y variables debido a la naturaleza del sustrato.

5.3.2. Contenido de humedad, cenizas, fibra cruda y potencial de hidrógeno pH de las mezclas de sustratos según el diseño experimental

Sin embargo Michel *et al*, (2010) afirma que la humedad ideal debe estar dentro de los límites teóricos de 70% y 75% con un pH óptimo entre 6 y 8, debido a que el potencial de hidrógeno (pH) del sustrato donde crece un hongo tiene una influencia directa sobre éste, porque influye directamente sobre las proteínas de la membrana, en cuanto a los otros componentes bromatológicos van a depender de

la naturaleza del sustrato. Siendo los valores de esta investigación coherentes por estar dentro de los rangos establecidos en bibliografía.

5.3.3. Tiempo de aparición de primordios (TAP)

Carvajal, G. (2010) obtuvo resultados de tiempo de aparición de primordios superiores a los de esta investigación; donde hace uso de residuos de cosechas, en mencionando que existen diferencias altamente significativas para los tratamientos y la media general de aparición del micelio es de 36,51 días. Mientras que Romero, O. *et al.* (2010) menciona que las muestras de su estudio efectuado con residuos de cosecha requirieron un promedio de 18 días de incubación para cubrir los sustratos, observándose buen crecimiento del micelio en todas las condiciones evaluadas y que a los 22 días de incubación se presentaron los primeros primordios, con una diferencia significativa entre los tratamientos. De acuerdo a estas investigaciones el tiempo de aparición de primordios de la presente investigación son coherentes y están dentro de los rangos comparados con otros estudios. Para complementar estos criterios Velasco y Vargas (2010) la evaluación de parámetro tiempo de aparición de primordios o días de brotación de primordios, es información importante para elegir al mejor producto que acelere la emisión de primordios y por consecuencia la producción.

5.3.4. Número de racimos en cada tratamiento (NRT)

Catucumbamba, J. (2013) al realizar el análisis de efecto principal determina que al utilizar un sustrato a base de paja picada de cebada en el cultivo de hongos, se obtiene un incremento de 1 racimo; 4 primordios y 2 carpóforos el número de racimos, esto se desarrolla mejor en sustratos picados ya que conservan mejor los parámetros de humedad y temperatura, reportando una diferencia significativa en sus tratamientos presentando una media general de 2 racimos, valores inferiores a los del presente estudio, donde se obtuvo una media general de 4 racimos por racimo.

5.3.5. Número de carpóforos por racimo o penca (NCR)

Catucuamba, J. (2013), menciona en su estudio que existen diferencias altamente significativas en cuanto al número de carpóforos por racimos donde presenta una media general es de 6 carpóforos; sin embargo en la presente investigación se obtuvo una media general de 9 unidades, reportando una excelente productividad y mejores resultados que la investigación citada.

5.3.6. Tamaño de los carpóforos por racimo (TCR)

Aguinaga, P. (2012) reporta en su investigación diferencias significativas en sus tratamientos, según los tratamientos registrados los carpóforos del tratamiento bagazo de caña, alcanzan el mayor diámetro reportando una media general de 5,8 cm, los carpóforos del tratamiento paja de trigo presentan una media general de 2,8 cm para los carpóforos de las unidades experimentales, siendo los primeros reportes similares a los de esta investigación que presentan una media general de 5,27 cm registrando una buena producción y evidenciando que se encuentran dentro de los rangos establecidos en otros estudios.

Según (<http://www.infoagro.com/forestales/setas.htm> 2016) para complementar este criterio los resultados se encuentran dentro de los rangos expuestos, donde se señala que el sombrerillo de esta seta es redondeado, con un diámetro que oscila entre 5 y 15cm, dependiendo de la edad del hongo.

5.3.7. Peso del hongo fresco (PHF)

Coraquetzali, L. (2013) reporta en su investigación diferencias altamente significativas en cuanto al peso del hongo fresco en cada uno de sus tratamientos en un rango de peso de (200 y 400) gramos respectivamente, valores que se asemejan a los de esta investigación. Sin embargo Aguinaga, P. (2012) menciona que hay diferencias significativas en los tratamientos y que los pesos de su investigación oscila entre (0,4-177,1) g respectivamente con una media general de 70,85 g; esto depende de la naturaleza del sustrato y las condiciones ambientales para su desarrollo.

5.3.8. Eficiencia biológica (EB)

Garzón y Cuervo, (2008) reportan resultados de eficiencia biológica que se asemejan a los de esta investigación utilizando paja de trigo como sustrato para cultivo de *Pleurotus*, los valores que el obtuvo oscilaron entre el 40 y el 48% de EB. Sin embargo Coraquetzali López (2013) menciona que su estudio presento diferencias altamente significativas entre los tratamientos. Para complementar estos criterios Zambrano et al., (2011) las variaciones en la EB para *Pleurotus spp.* Se pueden atribuir a las diferencias biológicas, químicas y físicas entre los sustratos de cultivo y por el genotipo de los hongos, así como por las condiciones del cultivo.

Ríos *et al.* (2010) los valores arrojados en su investigación la media general de eficiencia biológica estuvieron por debajo del 40%, valor mínimo para ser considerado económicamente rentable Ríos *et al.* (2010). Los valores expuestos en la presente investigación son coherentes y se encuentran dentro de los rangos comparados con otros estudios.

5.3.9. Tasa de producción (TP)

López, C. (2013), menciona que la tasa de producción evaluada en su estudio presento valores entre 4,8 y 1,8% respectivamente, siendo el de mayor productividad el de las mezclas de sustratos agrícolas. Sin embargo los valores de TP evaluados en este estudio son superiores a los obtenidos por Pérez y Mata (2005) quienes citan una TP entre 0,63 y 1,13%, al inocular 19 cepas de *Pleurotus spp.*, una TP alta indica una elevada EB en un ciclo corto de producción, desde la inoculación hasta la última cosecha.

5.3.10. Contenido de Proteína en el hongo (CPH)

Quizpilema, L. (2013) indica en su investigación que no hay diferencias significativas de porcentaje de proteína de los hongos cultivados, valores que presentan una media general de 45,96% de proteína. Siendo estos valores superiores a los de esta investigación, debido a que la bromatología de *P.*

ostreatus es muy variable y depende del estado de desarrollo y la cepa utilizada; la variabilidad es ocasionada por diferencias en el contenido de humedad, temperatura y la presencia de nutrientes (Varnero *et al.*, 2010).

5.3.11. Proteína y nitrógeno del sustrato agotado (PNSA)

López, E. (2002) menciona que después de cultivar y cosechar hongos el sustrato degradado presenta un mayor contenido proteico comparado con el sustrato original, también tiene características mejoradas como acarreador para nutrientes líquidos y retiene mejor el agua que el rastrojo, pronunciándose como un indicativo de que hubo una buena producción. Siendo los valores de esta investigación coherentes al compararlos con otros estudios, ya que son valores de proteína mayores que las mezclas originales.

5.4. EVALUACIÓN DE LOS INDICADORES FINANCIEROS QUE CONTEMPLE LOS DIVERSOS COSTOS Y ANALICE LA VIABILIDAD Y RENTABILIDAD DEL PROYECTO.

El análisis económico para el cultivo del hongo ostra se realizó con la mezcla del tratamiento 2 (T2) Paja de cebada 20% + Vaina de fréjol 50% + Bagazo de caña de azúcar 18% + Salvado de quinua 10% + Carbonato de calcio 2%, con esta mezcla se obtuvo los mejores rendimientos de producción.

Con la finalidad de describir detalladamente los gastos e ingresos del proyecto, es preciso realizar un estudio financiero, que demuestre con cifras su viabilidad.

A continuación se detallan, la inversión inicial, los costos fijos y variables, gastos administrativos y de ventas.

5.4.1. Análisis de la inversión

5.4.1.1. Inversión fija

Para calcular la inversión inicial fija, se realizó el balance de masa para cultivar 362 Kg de hongo ostra fresco, lo cual se dimensionaron los equipos (activo fijo de producción) y la materia prima requerida para la producción estimada.

5.4.1.2. Inversión en activos

Tabla N° 47. Activo fijo de producción

INVERSIÓN EN ACTIVOS			
RUBRO	CANTIDAD	V. UNITARIO	V. TOTAL
INFRAESTRUCTURA FÍSICA			
Área administrativa	20	260,00	5200,00
Planta de producción	100	260,00	26000,00
SUBTOTAL			31200,00
MAQUINARIA Y EQUIPOS			
Picadora	1	400,00	400,00
Tanques barril	20	25,00	500,00
Mesas acero inox. de 2x1 m	4	200,00	800,00
Mesa acero inox. de 3x1 m	1	200,00	200,00
Marmitas de 400l	2	300,00	600,00
Estantería de 4x1x1X6	2	80,00	160,00
Estantería de 8x2x2	6	100,00	600,00
Balanza gramera	1	75,00	75,00
Balanza kilogramera	1	125,00	125,00
Empacadora al vacío	1	450,00	450,00
Nebulizador	1	50,00	50,00
Calefactor	1	30,00	30,00
Conexión de sensor	1	59,00	59,00
Pie de rey	1	41,00	41,00
Escalímetro	1	1,00	1,00
Cuatro frio	1	3000,00	3000,00
Computadora (portátil)	1	950,00	950,00
Teléfono	1	20,00	20,00
Escritorio	1	90,00	90,00
Impresora(Epson)	1	170,00	170,00
Archivador	1	120,00	120,00

Pala	1	10,00	10,00
Mandiles	3	10,00	30,00
Botas	3	10,00	30,00
Imprevistos	1	500,00	500,00
SUBTOTAL			9011,00
TOTAL INV. INICIAL			40211,00

Fuente: Autores 2016

El total del activo fijo de producción de oficina y ventas asciende a un costo de USD 9011,00.

5.4.2. Costos y gastos

5.4.2.1. Costos variables

Tabla N° 48. Costos variables

COSTOS VARIABLES		
DETALLE	CANTIDAD	COSTO ANUAL
Operarios	2	9418,08
Aporte IESS	2	1809,12
Fondos de Reserva	2	732,00
Sustratos (kg)	11040	104,00
Carbonato de calcio	1	30,00
Cepa (kg)	977,04	8793,36
Empaques	8688	1303,20
Platos bandejas	8688	1042,56
Alcohol industrial (L)	12	48,00
Guantes (100 pares)	100	30,00
Cofias	50	12,50
Mascarillas	50	12,50
Pirola plástica	5	15,00
Detergente	4	20,00
Papelería	2	5,00
Rollos de papel toalla	24	96,00

Papel higiénico dispensador	24	60,00
Total	USD	23531,32

Fuente: Autores 2016

5.4.2.2. Gastos administrativos

Tabla N° 49. Gastos administrativos

GASTOS ADMINISTRATIVOS		
DETALLE	CANTIDAD	COSTO ANUAL
Sueldo gerente	1	10760,00
Aporte IESS	1	1236,00
Fondos de reserva	1	499,80
Agua	1	192,00
Luz	1	720,00
Teléfono	1	288,00
Transporte frio	1	3840,00
Total	USD	13695,80

Fuente: Autores 2016

5.4.3. Gastos de comercialización

Tabla N° 50. Gastos de comercialización

GASTOS DE COMERCIALIZACIÓN		
DETALLE	CANTIDAD	COSTO ANUAL
Transporte frio	1	6000,00
Total	USD	3840,00

Fuente: Autores 2016

5.4.4. Depreciación

Tabla N° 51. Depreciación

Rubro	Cantidad	V. Unitario	V. Total	Vida Útil	Depreciación
MAQUINARIA Y EQUIPOS					
Picadora	1	400,00	400,00	10 años	40
Tanques barril	20	25,00	500,00	10 años	50
Mesas acero inox. de 2x1 m	4	200,00	800,00	10 años	80
Mesa acero inox. de 3x1 m	1	200,00	200,00	10 años	20
Marmitas de 400l	2	300,00	600,00	10 años	60
Estantería de 4x1x1X6	2	80,00	160,00	10 años	16
Estantería de 8x2x2	6	100,00	600,00	10 años	60
Balanza gramera	1	75,00	75,00	10 años	7,5
Balanza kilogramera	1	125,00	125,00	10 años	12,5
Empacadora al vacío	1	450,00	450,00	10 años	45
Nebulizador	1	50,00	50,00	10 años	5
Calefactor	1	30,00	30,00	10 años	3
Conexión de sensor	1	59,00	59,00	10 años	5,9
Cuatro frio	1	3000,00	3000,00	10 años	300
Computadora (portátil)	1	950,00	950,00	10 años	95
Teléfono	1	20,00	20,00	10 años	2
Escritorio	1	90,00	90,00	10 años	9
Archivador	1	120,00	120,00	10 años	12
HERRAMIENTAS Y EQUIPOS DE COMPUTACIÓN					822,9
Impresora	1	170,00	170,00	20	34

Pala	1	10,00	10,00	20	2
Pie de rey	1	41,00	41,00	20	8,2
Escalímetro	1	1,00	1,00	20	0,2
INFRAESTRUCTURA FÍSICA					44,4
Área administrativa	10	260,00	2600,00	28	130
Planta de producción	100	260,00	26000,00	28	1300
					1430
TOTAL					2297,30

Fuente: Autores 2016

5.4.5. Capital de trabajo

Tomando el 50% de la suma de costos variables, costos fijos y gastos administrativos se pudo calcular que la inversión en capital de trabajo es de \$18303,06.

5.4.6. Detalle de financiamiento

Inversión inicial = \$40211,00

Capital de trabajo = \$18303,06

Inversión total = \$ 55914,06

Préstamo = \$25000 (44,71 %)

Aporte capital propio = \$30914,06, Flujo de caja (55,29 %)

5.4.7. Amortización

Capital: \$25000

Tasa de interés: 11% anual

Plazo: 5 años

Tabla N° 52. Amortización

PERIODO	SALDO INICIAL	CUOTAS	INTERES	CAPITAL	SALDO FINAL		
1	\$ 27.600,00	\$ 7.467,74	\$ 3.036,00	\$ 4.431,74	\$ 23.168,26	Capital	\$ 27.600,00
2	\$ 23.168,26	\$ 7.467,74	\$ 2.548,51	\$ 4.919,23	\$ 18.249,03	Interés	11%
3	\$ 18.249,03	\$ 7.467,74	\$ 2.007,39	\$ 5.460,35	\$ 12.788,68	Plazo Años	
4	\$ 12.788,68	\$ 7.467,74	\$ 1.406,75	\$ 6.060,99	\$ 6.727,69	Cuotas Anules	5
5	\$ 6.727,69	\$ 7.467,74	\$ 740,05	\$ 6.727,69	\$ 0,00	Cuotas Anules	\$ 7.467,74

Fuente: Autores 2016

5.4.8. Ingresos

El rendimiento inicial esperado 724 bandejas, 17376,00 kg el primer año, con la expectativa de tener un incremento anual del 5% para los primeros 5 años del proyecto, manteniendo las mismas instalaciones al tiempo que se proyecta un incremento del precio del hongo en un 5%.

Tabla N° 53. Ingresos proyectados durante los 5 primeros años del proyecto.
Terreno y obra civil

AÑO	INCREMENTO	V. INC.	V. TOTAL	PRECIO/AÑO	INGRESOS/AÑO
1	5%	17376	17376,00	4,50	78192,00
2	5%	868,8	18244,80	4,73	86297,90
3	5%	912,24	19157,04	4,97	95210,49
4	5%	957,85	20114,89	5,22	104999,74
5	5%	1005,74	21120,64	5,48	115741,09

Fuente: Autores 2016

5.4.9. Flujo de caja

Tabla N° 54. Flujo de caja del proyecto

CONCEPTO	AÑO 0	AÑO 1	AÑO 2	AÑO 3	AÑO 4	AÑO 5
INGRESOS		78192,00	86297,90	95210,49	104999,74	115741,09
COSTOS VARIABLES		23531,32	24707,89	25943,28	27240,44	28602,47
GASTOS ADMINISTRATIVOS		13695,80	14380,59	15099,62	15854,60	16647,33
GASTOS COMERCIALIZACIÓN		6000,00	6300,00	6615,00	6945,75	7293,03
INTERESES PRESTAMO		3036,00	2548,51	2007,39	1406,75	740,05
DEPRECIACION		2297,30	2297,30	2297,30	2297,30	2297,30
UTIL.ANTES IMP.		29631,58	36063,61	43247,90	51254,90	60160,91
IMPUESTO		4444,737	7212,722	8649,58	10250,98	15040,2275
UTILIDAD NETA		25186,84	28850,89	34598,32	41003,92	45120,68
INV.INI.ACT.FIJOS	-40211,00					
INV.CAP.TRABAJO	-18303,06					
INVERSIÓN TOTAL	58514,06					
PRESTAMO	25000,00					
DEPRECIACION		2297,30	2297,30	2297,30	2297,30	2297,30
AMORTIZACION		4014,26	4455,83	4945,97	5490,02	6093,93
FLUJO DE CAJA	-30914,06	23469,88	26692,36	31949,65	37811,20	41324,05

Fuente: Autores 2016

5.4.10. Evaluación financiera

Este estudio permite determinar si es o no factible la ejecución del presente proyecto. Para esto se usaron los indicadores detallados en los tres siguientes puntos.

5.4.11. Tasa interna de retorno

El resultado de la tasa interna de retorno o TIR para este proyecto es del 13 %, valor que supera en un 84 % la tasa de referencia del mercado final de 11 %, lo cual demuestra la viabilidad financiera del proyecto.

5.4.12. Valor actual neto

El valor actual neto (VAN) del presente proyecto es de \$ 76.294,26, valor que ratifica su viabilidad financiera.

Tabla N° 55. Tasa interés referencial

TASA INTERÉS REFERENCIAL	11%
TIR	84%
VAN	\$ 76.294,26
R. BEN-COSTO.	\$ 2,47

Fuente: Autores 2016

5.4.13. Relación beneficio-costo

Una vez tomados los ingresos y egresos netos se pudo obtener los beneficios por cada dólar invertido en el proyecto. Para este caso la relación beneficio costo fue de \$ 2,47 lo que indica que por cada dólar invertido se obtiene una ganancia de \$ 1,47.

5.4.14. Punto de equilibrio

Es el nivel de producción donde la empresa no obtiene ganancias ni pérdidas, es decir sus ingresos se igualan con sus egresos. Se debe superar este nivel de producción para obtener ganancias y viceversa.

Para obtener el presente indicador se realiza el siguiente cálculo:

$$PE = CFT / PV - CVP$$

Dónde:

- ❖ CFT: Costos fijos totales
- ❖ CVP: Costos variables promedio
- ❖ PV: Precio unitario de venta
- ❖ CFT: costos fijos + gastos administrativos + depreciación + intereses
- ❖ CVP: costo variable total / producción esperada

En la tabla 56, presentada a continuación, se puede observar el punto de equilibrio para cada uno de los años.

Tabla N° 56. Punto de equilibrio para cada uno de los años

AÑO	CFTS	CVPS \$	PRECIO UNIT. \$	PROD. ESPERADA (PESO)	PUNTO. EQUIL. (PESO)
1	19029,10	1,35	4,50	117656,6	6049,13
2	37928,88	0,75	4,73	123539,4	9531,47
3	37112,32	0,31	4,97	129716,4	7969,49
4	31928,88	0,15	5,22	136202,2	6298,77
5	54818,42	0,11	5,48	143012,3	10205,94

Fuente: Autores 2016

Al analizar los datos de la tabla 56, se puede notar que el punto de equilibrio durante todos los años bajo estudio es muy superior a la producción con relación a la producción esperada, y que cada año éste crece.

5.4.15. Estado de pérdidas y ganancias

A continuación, en la tabla 57, se puede observar que la utilidad neta se incrementa en cada uno de los años bajo estudio, siendo el año dos en el que mayor crecimiento porcentual se percibe con respecto de su año anterior.

Tabla N° 57. Estado de pérdidas y ganancias

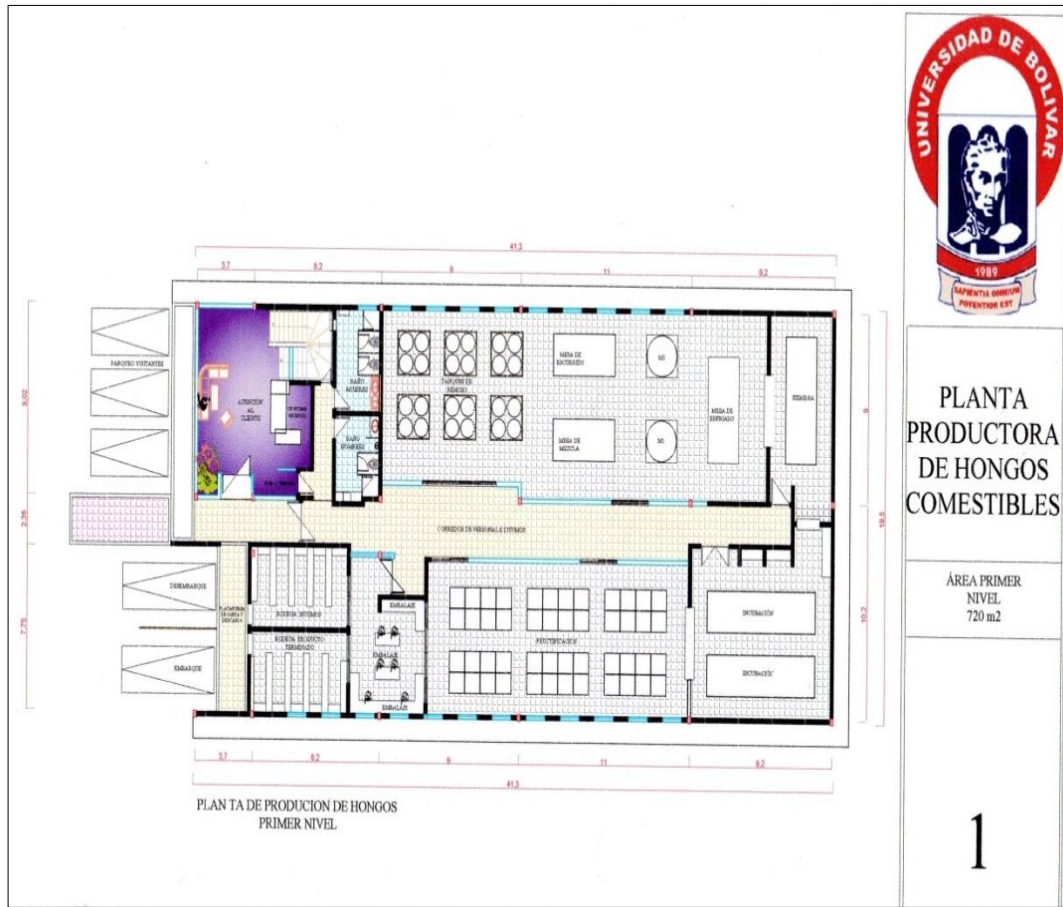
CONCEPTO	AÑO 1	AÑO 2	AÑO 3	AÑO 4	AÑO 5
Ingresos	78192,00	86297,90	95210,49	104999,74	115741,09
Costos Variables	23531,32	24707,89	25943,28	27240,44	28602,47
Gastos Administrativos	9234,80	9696,54	10181,37	10690,44	11224,96
Gastos Comercialización	3840,00	4032,00	4233,60	4445,28	4667,54
Intereses Préstamo	2750,00	2308,43	1818,29	1274,23	670,33
Depreciación	2297,30	2297,30	2297,30	2297,30	2297,30
Util. Antes Imp.	36538,58	43255,74	50736,65	59052,05	68278,49
Impuesto	5480,787	8651,148	10147,33	11810,41	17069,6225
Utilidad Neta	31057,79	34604,59	40589,32	47241,64	51208,87

Fuente: Autores 2016

5.5.TERRENO Y OBRA CIVIL

El terreno necesario para la implementación de este proyecto es de una superficie de 720 m² que concierne a la construcción de la planta baja que es el área destinada a la producción y 150 m² planta alta destinada al área administrativa, con un costo de 260 USD el metro de construcción.

Gráfico N° 12. Planta de producción de hongos comestibles



Fuente: Autores 2016

VI. COMPROBACIÓN DE LA HIPÓTESIS

6.1. HIPÓTESIS

La mezcla de los sustratos; vaina de fréjol, paja de cebada, bagazo de caña de azúcar y el empleo de salvado de quinua como fuente nitrogenada en diferentes porcentajes, influyen directamente en el incremento del rendimiento y contenido protéico del hongo *Pleurotus ostreatus*.

6.2. ANÁLISIS DE COMPROBACIÓN DE LA HIPÓTESIS

De acuerdo al análisis y discusión de cada una de las variables en estudio, se establece que la mezcla de los sustratos; vaina de fréjol, paja de cebada, bagazo de caña de azúcar y el empleo de salvado de quinua como fuente nitrogenada en diferentes porcentajes, si influyen directamente en el incremento del rendimiento y contenido protéico del hongo *Pleurotus ostreatus*.

Esta versión se fundamenta en los resultados obtenidos en la eficiencia biológica, tasa de producción y contenido de proteína, cuyos datos se encuentran dentro de los citados en el marco teórico, donde Garzón y Cuervo, (2008) obtuvieron resultados de eficiencia biológica 40 y el 48%, mientras que López, C. (2013), menciona que la tasa de producción evaluada en su estudio presento valores que oscilan entre 4,8 y 1,8%, finalmente Quizpilema, L. (2013), indica 45,96% de proteína en los hongos cultivados

Es importante tomar en consideración que la cepa de hongo *Pleurotus ostreatus* presenta una interrelación con el sustrato, por lo que se deben tomar muy en cuenta el tipo de sustrato o mezcla con la que se trabaje para optimizar el rendimiento. Debido a esto los resultados de eficiencia biológica obtenidos en cada tratamiento son aceptables.

VII. CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES

7.1. CONCLUSIONES:

- ❖ Se ha determinado que las características bromatológicas del sustrato utilizado para el cultivo de hongos, difiere de acuerdo a la naturaleza del residuo agrícola que se utilizó, así se determinó el mayor contenido de humedad final en la mezcla para T3, con un 78,1% seguido de la mezcla para T2 con un 76,1%, en cuanto fibra cruda el que mayor porcentaje presento fue la mezcla para T2, presentando también un pH adecuado para el desarrollo del micelio. En cuanto a la proteína y contenido de nitrógeno el sustrato de quinua presentó mejores porcentaje (10,1 P; 1,61 N), es esta la razón por la que interviene en las mezclas como fuente nitrogenada.
- ❖ En cuanto a la evaluación de producción mediante indicadores de productividad tenemos que T2 (paja de cebada 20 % + vaina de fréjol 50 % + bagazo de caña de azúcar 18% + salvado de quinua 10% + carbonato de calcio 2%) presentó un promedio de 24 días para el tiempo de aparición de primordios (TAB), un promedio de 5 racimos por tratamiento y 7 carpóforos por racimo; con un peso promedio de 493,3 g, presentó mayor rendimiento de hongos/sustrato con 96,23% EB con un ancho de oreja del hongo de 6,10 cm, en cuanto al contenido de proteína presento 1,21%; con relación al resto están dentro del rango que se establece en bibliografía.
- ❖ El estudio financiero muestra un valor anual neto (VAN) positivo de \$ 76.294,26; el TIR fue igual a 84 %, y la relación beneficio costo fue de \$ 2,47 lo que indica que por cada dólar invertido se obtiene una ganancia de \$ 1,47; estos resultados demostraron la viabilidad del proyecto.

7.2. RECOMENDACIONES

Una vez sintetizadas las conclusiones se recomienda:

- ❖ Para producir hongos comestibles hacer uso de residuos de las cosechas e incluso hacer mezclas para mejorar la composición nutricional ya que de esto también dependerá la composición nutricional del hongo que se cultive.
- ❖ Se sugiere utilizar como suplemento el salvado de quinua, ya que va a mejorar la eficiencia biológica por la relación carbono-nitrógeno.
- ❖ En la dosis de inóculo se recomienda utilizar el 4% de semilla de hongo ya que esto contribuye a que no exista competencia inicial por nutrientes.
- ❖ Establecer técnicas de emprendimientos para el cultivo de hongos comestibles del género *Pleurotus ostreatus* es muy importante en nuestra provincia ya que en la presente investigación se analizó la viabilidad y productividad del proyecto mediante indicadores económicos, cuyo fin es aportar y esquematizar un valor agregado a este emprendimiento.

BIBLIOGRAFÍA

1. Aguinaga, P. 2012. Evaluación de cuatro sustratos para la producción del hongo ostra (*Pleurotus ostreatus*) en tres ciclos de producción en la zona de Tambillo, Provincia Pichincha. Quito, Pichincha.
2. Andrade, E. 2007. Apoyos y Servicios a la Comercialización Agropecuaria. (ASERCA), Revista claridades No.13, “La cebada en la agricultura nacional”, Perú.
3. Ardón, L.C.E. 2004. Evaluación de pericarpio de jacaranda (*Jacaranda mimosaeifolia*) y pasto estrella africana (*Cynodon plectostachyus*), para el cultivo artesanal del hongo ostra (*Pleurotus ostreatus*, Ecosur-0112). Tesis de Licenciatura. Universidad de San Carlos de Guatemala. Guatemala. 100 pp.
4. Ardón, L.C.E. 2007. La producción de los hongos comestibles. Tesis de Maestría en Ciencias. Universidad de San Carlos de Guatemala, Guatemala. 213 pp.
5. Ardón, L.C.E. 2007. La producción de los hongos comestibles. Tesis de Maestría en Ciencias. Universidad de San Carlos de Guatemala, Guatemala. 213 pp.
6. Arrúa, J. y Quintanilla, J. 2007. Producción de hongos ostra (*Pleurotus ostreatus*) a partir de las malezas fasciculatum y rottboellia cochinchinensis. Costa Rica. Disponible en <http://usi.earth.ac.cr/glas/sp/dpg/43-2007.pdf>.
7. Atlas, R., y Bartha, R. 2006. *Ecología microbiana y microbiología ambiental*. Madrid: Editorial Adisson. 677 pp.
8. Barriga, P. 2009. Determinación de los parámetros óptimos para La producción y embalaje de hongos comestibles (*Pleurotus ostreatus*) en el Cantón Salcedo, Provincia de Cotopaxi, tesis de grado previo a la obtención del título de Ingeniera Agro-industrial; UEB. Guaranda. Ecuador.
9. Barriga, P. 2009. Determinación de los parámetros óptimos para La producción y embalaje de hongos comestibles (*Pleurotus ostreatus*) en el Cantón Salcedo, Provincia de Cotopaxi, tesis de grado previo a la

- obtención del título de Ingeniera Agro-industrial; UEB. Guaranda - Ecuador.
10. Botanical On-Line. s.f. Consultado 05 ene. 2016. Disponible en <http://www.botanical-online.com/salvado.htm>
 11. Calderón, M. 2009. Determinación de la mejor etapa de aplicación de la fertilización nitrogenada en el sustrato caña de maíz (*Zea mays L.*) para la producción del hongo *Pleurotus ostreatus* (Jacq.) Kumm (Cepa ECS-152). Tesis de Licenciatura. Universidad de San Carlos de Guatemala. Guatemala. 75 pp.
 12. Calderón, M.N.B. 2010. Guía para el Establecimiento y Control de Buenas Prácticas para la producción de inóculo de hongos comestibles (*Pleurotus* spp). Tesis de Maestría en Ciencias. Universidad de San Carlos Guatemala. Guatemala. 67 pp.
 13. Calderón, M.N.B. 2010. Guía para el Establecimiento y Control de Buenas Prácticas para la producción de inóculo de hongos comestibles (*Pleurotus* spp). Tesis de Maestría en Ciencias. Universidad de San Carlos Guatemala. Guatemala. 67 pp.
 14. Cánovas y Días. 2007. Cultivo sin suelo. Curso superior de especialización. Instituto de estudios Almerienses.
 15. Carvajal, G. 2010. Evaluación de la producción del hongo *Pleurotus ostreatus* sobre cinco tipos de sustratos (tamo de trigo, tamo de cebada, tamo de vicia, tamo de avena y paja de páramo), enriquecidos con tuza molida, afrecho de cebada y carbonato de calcio. Tesis de grado. Escuela de Ciencias Agrícolas y Ambientales.
 16. Carvajal, G. 2010. Evaluación de la producción del hongo *Pleurotus ostreatus* sobre cinco tipos de sustratos (tamo de trigo, tamo de cebada, tamo de vicia, tamo de avena y paja de páramo), enriquecidos con tuza molida, afrecho de cebada y carbonato de calcio. Tesis de grado. Escuela de Ciencias Agrícolas y Ambientales.
 17. Catucuamba, J. 2013. Evaluación de la producción del cultivo del hongo comestible (*Pleurotus ostreatus*), sobre tamo de cebada, con aplicación de

- afrecho, y diferente porcentaje de micelio, en la parroquia Pifo, provincia Pichincha. Tesis de grado. Universidad Estatal de Bolívar. Pág. 70-75.
18. Chang, Shu Ting y Miles. 2004. Mushrooms: cultivation, nutritional value, medicinal effect, and environmental impact. 2ª ed. Florida (US): CRC Press, .451 p. ISBN 0-8493-1043-1.
 19. Coraquetzali, M. 2013. Efecto de dos Sustratos en la Productividad y Calidad Nutricional del Hongo *Pleurotus ostreatus* (Jacq.) Kumm.
 20. Cruz, A. 2015. "Utilización de enzimas Lipasas en la extracción de proteínas del polvillo de arroz"
 21. Díaz, C. Claudia¹, Carvajal R. Eduardo 2014 .Eficiencia biológica de *Pleurotus ostreatus* cultivado en fibra de palma de aceite. ISSN 1692-7125. Volumen 12, No. 1, p.63-70. Facultad de Ingenierías y Arquitectura Universidad de Pamplona.
 22. FAO (Organización de las Naciones Unidas para la Agricultura y la Alimentación, IT). «Despilfarro de alimentos: Datos y Cifras.» Diciembre de 2014.
 23. FEDNA (Fundación Española para el Desarrollo de la Nutrición Animal). Paja de cereales (trigo y cebada). s.f. 2016. Consultado 03 de mar. 2016. Disponible en http://www.fundacionfedna.org/ingredientes_para_piensos/paja-de-cereales-trigo-y-cebada
 24. Flores, J. 2005.Composición química, digestibilidad y cinética de digestión de paja de avena tratada con *Pleurotus ostreatus* disponible en línea: Disponible en [http://www.hongoscomestibles.com/P/P/shiitake/capitulo%204%20pag.134 139.pdf](http://www.hongoscomestibles.com/P/P/shiitake/capitulo%204%20pag.134%20139.pdf)
 25. Gaitán, R. 2005. Evaluación in vitro del hongo comestible *Pleurotus eryngii* efecto de diferentes suplementos orgánicos en el crecimiento micelial y producción de cuerpos fructíferos. Revista mexicana de micología. 21:77-84.

26. Gaitán, R. *et al.*, 2006. Manual Práctico del cultivo de Setas. Aislamiento, siembra y producción Instituto de Ecología, A.C: Veracruz México. Disponible en pdf.
27. Gaitán, R., *et al.*, 2002. *Manual Práctico del cultivo de Setas*. Veracruz: Manual PráctInstituto de ecología A.C. Xalapa. Veracruz. México.
28. Gaitán-Hernández, R., Salmones, D., Pérez Merlo, R., Mata, G. 2004. Manual práctico de cultivo de hongos (Aislamiento, siembra y producción). INECOL. Xalapa. 55 pp.
29. García y Torres. 2003. Producción de enzimas lignolíticas por Basidiomycetes mediante la técnica de fermentación en sustrato sólido. *Revista colombiana de biotecnología*. 4 (1): 56-64.
30. Garzón. y Cuervo. 2008. Producción de *Pleurotus ostreatus* sobre residuos sólidos lignocelulósicos de diferente procedencia. *Revista Ciencia Biomédicas*. 6: 1-3.
31. Guarín y Ramírez. 2004. Estudio de Factibilidad técnico-financiero de un cultivo del hongo *Pleurotus ostreatus*
32. Guzmán, G. 2005. "Los hongos en la medicina tradicional de Mesoamérica y de México" en *Revista Iberoamericana de Micología*.
33. Hernández y Lòpez. 2010. Evaluación del crecimiento y producción de *Pleurotus ostreatus* sobre diferentes residuos agroindustriales del Departamento de Cundinamarca. Facultad de Ciencias, Pontificia Universidad Javeriana. Bogotá, D.C.
34. Hernández y López, C. 2010. Evaluación del crecimiento y producción de *Pleurotus ostreatus* sobre diferentes residuos agroindustriales del Departamento de Cundinamarca. Facultad de Ciencias, Pontificia Universidad Javeriana. Bogotá, D.C.
35. INEC. 2014. Instituto Nacional de Estadística y Censos Ecuador
36. Jaramillo y Rodríguez. 2005. Cultivo de hongos medicinales en residuos agrícolas de la zona cafetera. *Boletín técnico Cenicafé*. 28:1-72
37. Kües y Liu. 2000. Fruiting Body Production in Basidiomycetes. *Appl Microbiol Biotechnol*. 54:141-152

38. León, M. 2010. "Evaluación de semillas de Hongo Ostra (*Pleurotus ostreatus*) Producidas a partir de Hifas Vegetativas, Santa María de Jesús, Zunil, Quetzaltenango". Consultado 03 mar. 2016. Disponible en <https://ciag.org.gt/files/4744.pdf>.
39. López, C. *et al.*, 2008. Evaluación del crecimiento y producción de *Pleurotus ostreatus* sobre diferentes residuos agroindustriales. Bogotá, Cundinamarca.
40. López, E. 2002. Hongos comestibles. Orellanas: deliciosa medicina. Visión Chamanica Bogota- Colombia.
41. López, E. 2002. Hongos comestibles. Orellanas: deliciosa medicina. Visión Chamaluca Bogotá- Colombia.
42. Manual del cultivador de hongos 1, Cultivo del Hongo Ostra, Mushworld, Copyright 2005 by MushWorld. Consultado 04 abr. 2016. Disponible en <http://www.hongoscomestibles-latinoamerica.com/P/liga2.html>
43. Martin, A. 2005. Introducción a la microbiología del suelo. Editado por AGT editores.. 47-61 pp.
44. Martínez. y López-Martínez. 2010. Historia del cultivo comercial de hongos comestibles en México II: éxitos y fracasos durante el período 1991-2009. In: Hacia un Desarrollo Sostenible del Sistema de Producción- Consumo de los Hongos Comestibles y Medicinales en Latinoamérica: Avances y Perspectivas en el Siglo XXI. Eds. D. Martínez-Carrera, N. Curvetto, M. Sobal, P. Morales and V. M.
45. Mata. y Savoie. 2000. Paja de trigo. Consultado 05 ene. 2016. Disponible en <http://eprints.ucm.es/10802/1/T31774.pdf>.
46. Mendivil, J. 2013. Hongos en Aragón. Consultado el 18 marzo de 2016. Disponible en:
47. Michel, A. *et al.*, 2010. "Manual Produccion de Hongos Comestibles *Pleurotus ssp*".
48. Morris, D. 2006. The next economy: from dead carbon to living carbon. Journal of the Naranjo, R. P. (2008). "Manejo biológico de nematodos fitoparásitos con hongos y bacterias." Tecnología en Marcha 21-1: 123-132.

49. Mueller, G. *et al.*, 2005. "Macrohongos América Latina". Vol.2. I Edición. Edit. INBio. Santo Domingo de Heredia, Costa Rica.
50. MushWorld. 2005. Parte II hongos ostra, capítulo 5, Sustrato bagazo de caña de azúcar. Consultado 19 mar. 2016. Disponible en: <http://www.hongoscomestibleslatinoamerica.com/P/P/oyster%20bien/capitulo%205%20pag.121-124.pdf>
51. Nassir Sapag, C. y Sapag Chain, R. 2008. Preparación y evaluación de proyectos Quinta edición.
52. Omar Romero, Manuel Huerta, Miguel Angel; D., Antonio Macías, Ana María Tapia, José F.C. Parraguirre, Jaime Juárez. 2010. Evaluación de la capacidad productiva de *Pleurotus ostreatus* con el uso de hoja de plátano (*Musa paradisiaca* L.,cv.roatan) deshidratada, en relación con otros sustratos agrícolas. *Agronomía Costarricense* 34(1): 53-63. ISSN:0377-9424 / 2010.
53. Padrón, E. 1997. Diseños Experimentales con Aplicación a la Agricultura y la Ganadería.
54. Pérez, J. 2014. Historia del hongo. Disponible en línea: *Pleurotus spp.* Disponible en [http://blog.alnatural.com.mx/hongo-seta-Pleurotus - ostreatus/](http://blog.alnatural.com.mx/hongo-seta-Pleurotus-ostreatus/)
55. Pérez-Merlo y Mata. 2005. Cultivo y selección de cepas de *Pleurotus ostreatus* y *P. pulmonarius* en viruta de pino: obtención de nuevas cepas y evaluación de su producción. *Revista Mexicana de Micología* 20:53-59.
56. Quizhpilema, L. 2013. Validación de la tecnología para la producción e industrialización de hongos comestibles *Pleurotus ostreatus* utilizando sustratos orgánicos". Riobamba-Ecuador.
57. Restrepo y Montoya. 2009. Evaluación del desarrollo vegetativo y la producción de carpóforos de las cepas de los hongos *Pleurotus spp.* y *Lentinula edodes* sobre varios residuos Agroindustriales. Facultad de Ciencias de la Salud. Manizales Caldas, Universidad Católica de Manizales. Informe Final de Proyecto

58. Ríos y Mosquera. 2010. Evaluación de los parámetros productivos de la semilla de *Pleurotus ostreatus* propagada en diferentes medios de cultivo. *Biología en el Sector Agropecuario y Agroindustrial*. 8 (2):86-94
59. Ruilova, M., *et al*, 2014. Evaluación de residuos agrícolas para la producción del hongo *Pleurotus ostreatus*. *Rev ICIDCA*, La Habana, Cuba. 54-59 pp.
60. Sapag, Chain. 2011. *Proyectos de inversión formulación y evaluación segunda edición*.
61. Saval, S. 2012. *Aprovechamiento de Residuos Agroindustriales: Pasado, Presente y Futuro Biología*. Vol. 16 No. 2.
62. Silva, S.R, F.C. Fritz F., A.J. Cubillos y C.M. Díaz. 2010. *Manual para la producción de hongos (Shiitake)*. Proyecto CONAMA-FPA RM-027-2010. Universidad de Chile, Chile. 38 pp.
63. Stamets, P. 2002. *Mycomedicinals an informational treatise on mushroom (3 ra. ed)*. Olympia, W.A.: MycoMedia.
64. Stamets, P. 2000. *Growing gourmet and medicinal mushroom 3ª ed*. California (US): Ten Speed Press. Pp. 20-28.
65. Steineck, H. 2007. *Cultivo comercial del champiñón*. 2a ed. Zaragoza: Editorial Acribia.
66. Suárez y Nieto 2013. *Cultivo biotecnológico de macro hongos comestibles: una alternativa en la obtención de nutraceuticos*. *Rev Iberoam Micol*. 30(1):1-8 pp.
67. Toledo, M. 2008. *Residuos de maíz y quinua como potenciales sustratos para el cultivo del hongo comestible Pleurotus ostreatus*. Tesis de grado previa a la obtención del título de Ingeniera en Biología Ambiental; SPOCH. Riobamba – Ecuador.
68. Vandamme, J. 2009. *Agro-Industrial Residue Utilization for Industrial Biotechnology Products*. In: P. S. n. N. a. A. Pandey (ed.), *Biotechnology for Agro-Industrial Residues Utilization*, Vol. 1, pp. 3-11. Netherlands: Springer Netherlands

69. Vargas, G. 2014. Estudio de prefactibilidad para la implementación de un modelo tecnificado de producción ganadera de leche (Holstein Friesian), en San Simón, provincia de Bolívar – Ecuador.
70. Vargas, J. *et al.*, 2001. Inventario nacional de emisiones gaseosas que producen el efecto invernadero en el sector agrícola . Ecuador.
71. Varnero M. *et al.*, 2010. Utilización de Residuos Forestales Lignocelulósicos para Producción del Hongo Ostra (*Pleurotus ostreatus*).
72. Velasco. y Vargas. 2010. Cultivo de hongo seta *Pleurotus ostreatus*. Disponible en <http://www.redalyc.org/pdf/903/90322644010.pdf>
73. Wani, B.A., R. H. Bodha y A.H. Wani. 2010. Nutritional and medicinal importance of mushrooms. India. Journal of Medicinal Plants Research. 4(24): 2598-2604.
74. Zambrano, L. *et al.*, 2011. Evaluación de un sustrato a base de residuos de frutas para la producción del *Pleurotus ostreatus*. Tesis pregrado. Colombia: Universidad de Santander. 106 p.

ANEXOS

Anexo 1. Mapa de ubicación de experimento



Anexo 2. Resultados de los análisis físico químicos de los sustratos y de las mezclas



UNIVERSIDAD TECNICA DE AMBATO
 FACULTAD DE CIENCIA E INGENIERIA EN ALIMENTOS
 LABORATORIO DE CONTROL Y ANALISIS DE ALIMENTOS



Dir: Av. Los Chasquis y Río Payamino, Huachi, Telf.: 2 400987 ext. 114, e-mail: laconal@uta.edu.ec; laconal@hotmail.com
 Ambato-Ecuador

"Laboratorio de ensayo acreditado por el SAE con acreditación N°: OAE LEC 10-008"

CERTIFICADO DE ANALISIS DE LABORATORIO

RESULTADOS OBTENIDOS						
Muestras	Código del laboratorio	Código cliente	Ensayos solicitados	Métodos utilizados	Unidades	Resultados
Sustrato Bagazo caña azúcar	1016044	Ninguno	Proteína	PE03-5.4-FQ. AOAC Ed 19, 2012 2001.11	%(Nx6,25)	2,50
			Nitrógeno	Cálculo	%	0,4
Sustrato Paja de cebada	1016044	Ninguno	Proteína	PE03-5.4-FQ. AOAC Ed 19, 2012 2001.11	%(Nx6,25)	3,5
			Nitrógeno	Cálculo	%	0,56
Conds. Ambientales: 19.1°C; 52%HR Nota: Los ensayos marcados con (*) no están incluidos en el alcance de la acreditación del SAE						
Ing. Gladis Risueño Directora de Calidad						GR
Autorización para trasferencia electrónica de resultados: Sí						GR

Nota: Los resultados consignados se refieren exclusivamente a la muestra recibida. El laboratorio no es responsable por el uso incorrecto de este certificado.
 No es un documento negociable. Solo se permite su reproducción sin fines de lucro y haciendo referencia a la fuente.

"La información que se está enviando es confidencial, exclusivamente para su destinatario, y no puede ser vinculante. Si usted no es el destinatario de esta información recomendamos eliminarla inmediatamente. La distribución o copia del mismo está prohibida y será sancionada según el proceso legal pertinente"




UNIVERSIDAD TECNICA DE AMBATO
FACULTAD DE CIENCIA E INGENIERIA EN ALIMENTOS
LABORATORIO DE CONTROL Y ANALISIS DE ALIMENTOS



Dir: Av. Los Chasquis y Río Payamino, Huachi, Telf.: 2 400987 ext. 114, e-mail: laconal@uta.edu.ec; laconal@hotmail.com
Ambato-Ecuador

"Laboratorio de ensayo acreditado por el SAE con acreditación N°: OAE LE C 10-008"

CERTIFICADO DE ANALISIS DE LABORATORIO

Certificado No:16-010						R01-5.10 06
Solicitud No: 16-010						Pág.: 1 de 1
Fecha recepción: 08 enero 2016			Fecha de ejecución de ensayos: 11 enero 2016			
Información del cliente:						
Empresa:			C.I./RUC: 2100473392001			
Representante: Wilson Geovanny Segura Quintana			Tlf: 0981199453			
Dirección: Guaranda			Email: wilsonsegura@gmail.com			
Ciudad: Guaranda						
Descripción de las muestras:						
Producto:			Peso: 200g, 30g			
Marca comercial: Sustrato de: quinua, fréjol			Tipo de envase: funda plástica			
Lote: n/a			No de muestras: dos			
F. Elb.: n/a			F. Exp.: n/a			
Conservación: Ambiente: X Refrigeración: Congelación:			Almac. en Lab: 30 días			
Cierres seguridad: Ninguno: X Intactos: Rotos:			Muestreo por el cliente: 08 enero 2016			
RESULTADOS OBTENIDOS						
Muestras	Código del laboratorio	Código cliente	Ensayos solicitados	Métodos utilizados	Unidades	Resultados
Sustrato de quinua	1016042	Ninguno	Proteína	PE03-5.4-FQ. AOAC Ed 19, 2012 2001.11	% (Nx6.25)	10.1
			Nitrógeno	Cálculo	%	1.61
Sustrato de fréjol	1016043	Ninguno	*Proteína	PE03-5.4-FQ. AOAC Ed 19, 2012 2001.11	% (Nx6.25)	2.80
			*Nitrógeno	Cálculo	%	0.447
Conds. Ambientales: 19.1°C; 52%HR						
Nota: Los ensayos marcados con (*) no están incluidos en el alcance de la acreditación del SAE						
 Ing. Gladys Risueño Directora de Calidad						GR
Autorización para transferencia electrónica de resultados: Sí						

Nota: Los resultados consignados se refieren exclusivamente a la muestra recibida. El Laboratorio no es responsable por el uso incorrecto de este certificado.

No es un documento negociable. Sólo se permite su reproducción sin fines de lucro y haciendo referencia a la fuente.

"La información que se está enviando es confidencial, exclusivamente para su destinatario, y no puede ser vinculante. Si usted no es el destinatario de esta información recomendamos eliminarla inmediatamente. La distribución o copia del mismo está prohibida y será sancionada según el proceso legal pertinente".



UNIVERSIDAD ESTATAL DE BOLÍVAR

DEPARTAMENTO DE INVESTIGACIÓN
LABORATORIO DE BROMATOLOGÍA

Dir. Avenida Ernesto Che-Guevara s/n y Gabriel Secaira www.ueb.edu.ec

CERTIFICADO DE ANÁLISIS DE LABORATORIO

CERTIFICADO No: 00116 (1/2)

Información del solicitante:

Solicitante: Egdos. Nataly Borja y Wilson Segura

Teléfono: 0981199453

Dirección: Sector Alpachaca

Ciudad: Guaranda

Descripción de las muestras:

Producto: Mezclas de Residuos Agrícolas

Peso: Aproximadamente 240 g

Tipo de envase: fundas plásticas

No de muestras: 7

Conservación: Ambiente (X)

Refrigeración

Congelación

Fecha de recepción: 07 de Marzo del 2016

Cierres de Seguridad: Ninguno:

Intacto:

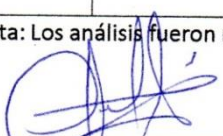
Otros: ligas

Fecha de entrega: 18 de Marzo del 2016



RESULTADOS OBTENIDOS

Muestras	Código laboratorio	Código solicitante	Ensayos solicitados	Métodos Utilizados	Unidades	Resultados
Mezcla de residuos agrícolas	3013101	T1	Humedad	AOAC 925.10	%	75,5
			Cenizas	AOAC 923.03	%	3,6
			Fibra cruda	WEENDE	%	67,62
			Ph	INEN 526		8,76
Mezcla de residuos agrícolas	3013102	T2	Humedad	AOAC 925.10	%	76,1
			Cenizas	AOAC 923.03	%	3,3
			Fibra cruda	WEENDE	%	24,02
			pH	INEN 526		9,26
Mezcla de residuos agrícolas	3013103	T3	Humedad	AOAC 925.10	%	78,1
			Cenizas	AOAC 923.03	%	3,6
			Fibra cruda	WEENDE	%	20,9
			pH	INEN 526	%	9,69
Bagazo de caña	3013104	Bagazo de caña	Humedad	AOAC 925.10	%	87,5
			Cenizas	AOAC 923.03	%	0,5
			Fibra cruda	WEENDE	%	11,26
			pH	INEN 526		4,47
Paja de Cebada	3013105	Paja de Cebada	Humedad	AOAC 925.10	%	76,1
			Cenizas	AOAC 923.03	%	2,7
			Fibra cruda	WEENDE	%	12,81
			pH	INEN 526		6,95


Nota: Los análisis fueron realizados por duplicado, total 56 análisis


 Ing. Paola Wilcaso
 Técnico Docente

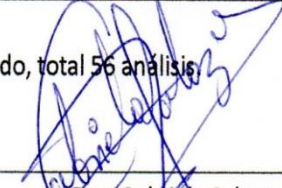

 Dra. Gabriela Salazar, PhD
 Jefe Laboratorios Inst. de Investigación

		UNIVERSIDAD ESTATAL DE BOLÍVAR				
		DEPARTAMENTO DE INVESTIGACIÓN				
		LABORATORIO DE BROMATOLOGÍA				
Dir. Avenida Ernesto Che-Guevara s/n y Gabriel Secaira www.ueb.edu.ec						
CERTIFICADO DE ANÁLISIS DE LABORATORIO						
CERTIFICADO No: 00116 (2/2)						
Información del solicitante:						
Solicitante: Egdos. Nataly Borja y Wilson Segura				Teléfono: 0981199453		
Dirección: Sector Alpachaca				Ciudad: Guaranda		
Descripción de las muestras:						
Producto: Mezclas de Residuos Agrícolas				Peso: Aproximadamente 240 g		
Tipo de envase: fundas plásticas				No de muestras: 7		
Conservación:	Ambiente (X)	Refrigeración	Congelación	Fecha de recepción: 07 de Marzo del 2016		
Cierres de Seguridad:	Ninguno:	Intacto:	Otros: ligas	Fecha de entrega: 18 de Marzo del 2016		
RESULTADOS OBTENIDOS						
Muestras	Código de laboratorio	Código solicitante	Ensayos solicitados	Métodos Utilizados	Unidades	Resultados
Cáscara de frejol	3013106	Cáscara de frejol	Humedad	AOAC 925.10	%	75,2
			Cenizas	AOAC 923.03	%	1,6
			Fibra cruda	WEENDE	%	17,63
			pH	INEN 526	%	5,93
Cebada de Quinoa	3013107	Cebada de Quinoa	Humedad	AOAC 925.10	%	75,1
			Cenizas	AOAC 923.03	%	3,6
			Fibra cruda	WEENDE	%	9,01
			pH	INEN 526		5,56

Nota: Los análisis fueron realizados por duplicado, total 56 análisis.


Ing. Paola Wilcaso

Técnico Docente


Dra. Gabriela Salazar, PhD

Jefe Laboratorios Inst. de Investigación

Anexo 3. Analisis de sustrato agotado

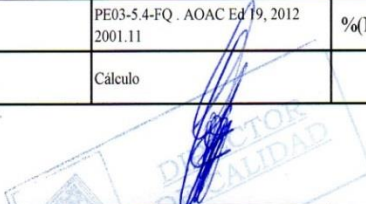


UNIVERSIDAD TECNICA DE AMBATO
 FACULTAD DE CIENCIA E INGENIERIA EN ALIMENTOS
LABORATORIO DE CONTROL Y ANALISIS DE ALIMENTOS



Dir: Av. Los Chasquis y Rio Payamino, Huachi, Telf.: 2 400987 ext. 114, e-mail: laconal@uta.edu.ec; laconal@hotmail.com
 Ambato-Ecuador

CERTIFICADO DE ANALISIS DE LABORATORIO

Certificado No:16-136						R01-5.10 06
Solicitud N°: 16-136						Pág.: 1 de 1
Fecha recepción: 19 mayo 2016			Fecha de ejecución de ensayos: 20 mayo 2016			
Información del cliente:						
Empresa: n/a			C.I./RUC: 2100473392001			
Representante: Wilson Geovanny Segura Quintana			Tif: 0981199453			
Dirección: Guaranda			Email: wilsonsegura@gmail.com			
Ciudad: Guaranda						
Descripción de las muestras:						
Producto: Sustrato agotado			Peso: 186g			
Marca comercial: n/a			Tipo de envase: funda de celofán			
Lote: n/a			No de muestras: 3			
F. Elb.: n/a			F. Exp.: n/a			
Conservación: Ambiente: X Refrigeración: Congelación:			Almac. en Lab: 15 días			
Cierres seguridad: Ninguno: X Intactos: Rotos:			Muestreo por el cliente: 19 mayo 2016			
RESULTADOS OBTENIDOS						
Muestras	Código del laboratorio	Código cliente	Ensayos solicitados	Métodos utilizados	Unidades	Resultados
Sustrato agotado	13616421	T1	*Proteína	PE03-5.4-FQ . AOAC Ed 19, 2012 2001.11	%(Nx6.25)	1,21
			*Nitrógeno	Cálculo	%	0,193
Sustrato agotado	13616422	T2	*Proteína	PE03-5.4-FQ . AOAC Ed 19, 2012 2001.11	%(Nx6.25)	1,12
			*Nitrógeno	Cálculo	%	0,179
Sustrato agotado	13616423	T3	*Proteína	PE03-5.4-FQ . AOAC Ed 19, 2012 2001.11	%(Nx6.25)	0,951
			*Nitrógeno	Cálculo	%	0,152
Conds. Ambientales: 19.2°C; 48%HR						
 Ing. Gladys Risueño Directora de Calidad						CG
Autorización para transferencia electrónica de resultados: Si						

Nota: Los resultados consignados se refieren exclusivamente a la muestra recibida. El Laboratorio no es responsable por el uso incorrecto de este certificado. No es un documento negociable. Sólo se permite su reproducción sin fines de lucro y haciendo referencia a la fuente.

"La información que se está enviando es confidencial, exclusivamente para su destinatario, y no puede ser vinculante. Si usted no es el destinatario de esta información recomendamos eliminarla inmediatamente. La distribución o copia del mismo está prohibida y será sancionada según el proceso legal pertinente".

Anexo 4. Analisis bromatologico del cuerpo frutifero del hongo



UNIVERSIDAD TECNICA DE AMBATO
FACULTAD DE CIENCIA E INGENIERIA EN ALIMENTOS
LABORATORIO DE CONTROL Y ANALISIS DE ALIMENTOS



Dir: Av. Los Chasquis y Río Payamino, Huachi, Telf.: 2 400987 ext. 114, e-mail: laconal@uta.edu.ec; laconal@hotmail.com Ambato-Ecuador

CERTIFICADO DE ANALISIS DE LABORATORIO

Certificado No: 16-091		R01-5 10 06				
Solicitud N°: 16-091		Pág.: 1 de 1				
Fecha recepción: 07 abril 2016		Fecha de ejecución de ensayos: 07 - 08 abril 2016				
Información del cliente:						
Empresa:	C.I./RUC: 2100473392001					
Representante: Wilson Geovanny Segura Quintana	TIF: 0981199453					
Dirección: Guaranda	Email: wilsonseguraq@gmail.com					
Ciudad: Guaranda						
Descripción de las muestras:						
Producto: hongos	Peso: 200g					
Marca comercial: n/a	Tipo de envase: funda ziploc					
Lote: n/a	No de muestras: 6					
F. Elb.: n/a	F. Exp.: n/a					
Conservación: Ambiente: Refrigeración: X Congelación:	Almac. en Lab: 7 días					
Cierres seguridad: Ninguno: X Intactos: Rotos:	Muestreo por el cliente: 06 abril 2016					
RESULTADOS OBTENIDOS						
Muestras	Código del laboratorio	Código cliente	Ensayos solicitados	Métodos utilizados	Unidades	Resultados
Hongos	9116317	T1	*Proteína	PE11-5.4-FQ AOAC Ed 19, 2012 2001.11	%(Nx6.25)	1,17
Hongos	9116318	T1R2	*Proteína	PE11-5.4-FQ AOAC Ed 19, 2012 2001.11	%(Nx6.25)	1,17
Hongos	9116319	T1R3	*Proteína	PE11-5.4-FQ AOAC Ed 19, 2012 2001.11	%(Nx6.25)	1,45
Hongos	9116320	T2	*Proteína	PE11-5.4-FQ AOAC Ed 19, 2012 2001.11	%(Nx6.25)	1,03
Hongos	9116321	T2R2	*Proteína	PE11-5.4-FQ AOAC Ed 19, 2012 2001.11	%(Nx6.25)	0,994
Hongos	9116322	T2R3	*Proteína	PE11-5.4-FQ AOAC Ed 19, 2012 2001.11	%(Nx6.25)	0,886
Conds. Ambientales: 19.2 °C; 48%HR						
Nota: Los ensayos marcados con (*) no están incluidos en el alcance de la acreditación del SAE						
				 Ing. Gladys Risueño Directora de Calidad		
Autorización para transferencia electrónica de resultados: Si						CG

Nota: Los resultados consignados se refieren exclusivamente a la muestra recibida. El Laboratorio no es responsable por el uso incorrecto de este certificado.

No es un documento negociable. Sólo se permite su reproducción sin fines de lucro y haciendo referencia a la fuente.

"La información que se está enviando es confidencial, exclusivamente para su destinatario, y no puede ser vinculante. Si usted no es el destinatario de esta información recomendamos eliminarla inmediatamente. La distribución o copia del mismo está prohibida y será sancionada según el proceso legal pertinente".

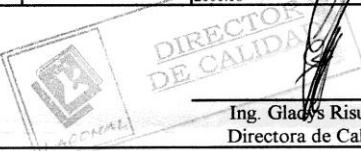


UNIVERSIDAD TECNICA DE AMBATO
FACULTAD DE CIENCIA E INGENIERIA EN ALIMENTOS
LABORATORIO DE CONTROL Y ANALISIS DE ALIMENTOS



Dir: Av. Los Chasquis y Río Payamino, Huachi, Telf: 2 400987 ext. 114, e-mail: laconal@uta.edu.ec; laconal@hotmail.com
Ambato-Ecuador

CERTIFICADO DE ANALISIS DE LABORATORIO

Certificado No:16-101		R01-5.10 06				
Solicitud N°: 16-101		Pág.: 1 de 1				
Fecha recepción: 18 abril 2016		Fecha de ejecución de ensayos: 20 abril 2016				
Información del cliente:						
Empresa:	C.I./RUC: 2100473392001					
Representante: Wilson Geovanny Segura Quintana	TIF: 0981199453					
Dirección: Guaranda	Email: wilsonsegura@gmail.com					
Ciudad: Guaranda						
Descripción de las muestras:						
Producto: Hongos	Peso: 30g					
Marca comercial: n/a	Tipo de envase: tarrina de espumaflex					
Lote: n/a	No de muestras: 6					
F. Elb.: n/a	F. Exp.: n/a					
Conservación: Ambiente: Refrigeración: X Congelación:	Almac. en Lab: 7 días					
Cierres seguridad: Ninguno: X Intactos: Rotos:	Muestreo por el cliente: 18 abril 2016					
RESULTADOS OBTENIDOS						
Muestras	Código del laboratorio	Código cliente	Ensayos solicitados	Métodos utilizados	Unidades	Resultados
Hongos	10116336	T3	*Proteína	PE11-5.4-FQ. AOAC Ed 19, 2012 2001.11	% (Nx6.25)	1.66
Hongos	10116337	T3R1	*Proteína	PE11-5.4-FQ. AOAC Ed 19, 2012 2001.12	% (Nx6.25)	1.11
Hongos	10116338	T3R2	*Proteína	PE11-5.4-FQ. AOAC Ed 19, 2012 2001.13	% (Nx6.25)	1.56
Hongos	10116339	T3R3	*Proteína	PE11-5.4-FQ. AOAC Ed 19, 2012 2001.14	% (Nx6.25)	1.12
Hongos	10116340	T2R1	*Proteína	PE11-5.4-FQ. AOAC Ed 19, 2012 2001.15	% (Nx6.25)	1.74
Hongos	10116341	T1R1	*Proteína	PE11-5.4-FQ. AOAC Ed 19, 2012 2001.16	% (Nx6.25)	0.950
Conds. Ambientales: 23 °C; 43%HR						
 Ing. Gladys Risueño Directora de Calidad						
Autorización para transferencia electrónica de resultados: Si No						CG

Nota: Los resultados consignados se refieren exclusivamente a la muestra recibida. El Laboratorio no es responsable por el uso incorrecto de este certificado.
No es un documento negociable. Sólo se permite su reproducción sin fines de lucro y haciendo referencia a la fuente.

"La información que se está enviando es confidencial, exclusivamente para su destinatario, y no puede ser vinculante. Si usted no es el destinatario de esta información recomendamos eliminarla inmediatamente. La distribución o copia del mismo está prohibida y será sancionada según el proceso legal pertinente".



UNIVERSIDAD ESTATAL DE BOLÍVAR
DEPARTAMENTO DE INVESTIGACIÓN
LABORATORIO DE BROMATOLOGÍA



Dir. Avenida Ernesto Che-Guevara s/n y Gabriel Secaira www.ueb.edu.ec

CERTIFICADO DE ANÁLISIS DE LABORATORIO

CERTIFICADO No: 00116 (1/2)

Información del solicitante:



Solicitante: Egdos. Nataly Borja y Wilson Segura	Teléfono: 0981199453
Dirección: Sector Alpachaca	Ciudad: Guaranda

Descripción de las muestras:

Producto: Hongos Comestibles			Peso: Aproximadamente 240 g		
Tipo de envase: Bandejas desechables			No de muestras: 13		
Conservación:	Ambiente (X)	Refrigeración	Congelación	Fecha de recepción: 18-25 de Abril del 2016	
Cierres de Seguridad:	Ninguno: x	Intacto:	Otros:	Fecha de entrega: 02 de mayo del 2016	

RESULTADOS OBTENIDOS

Muestras	Código laboratorio	Código solicitante	Ensayos solicitados	Métodos Utilizados	Unidades	Resultados
1	3013169	T1	Humedad	AOAC 925.10	%	92,83
			Grasa	AOAC 2003.06	%	0,23
			Fibra cruda	WEENDE	%	1,05
2	3013170	T2	Humedad	AOAC 925.10	%	90,44
			Grasa	AOAC 2003.06	%	0,25
			Fibra cruda	WEENDE	%	1,89
3	3013171	T3	Humedad	AOAC 925.10	%	88,73
			Fibra cruda	WEENDE	%	1,65
			Grasa	AOAC 2003.06	%	0,26
4	3013172	T1R2	Humedad	AOAC 925.10	%	93,12
			Fibra cruda	WEENDE	%	2,28
5	3013173	T1R3	Humedad	AOAC 925.10	%	92,02
			Fibra cruda	WEENDE	%	1,55
6	3013174	T2R2 (Rojo)	Humedad	AOAC 925.10	%	94,49
			Fibra cruda	WEENDE	%	1,42
7	3013175	T2R2 (Azul)	Humedad	AOAC 925.10	%	90,52
			Fibra	WEENDE	%	2,83
8	3013176	T3R2	Humedad	AOAC 925.10	%	84,39
			Fibra cruda	WEENDE	%	2,46
9	3013177	T3R3	Humedad	AOAC 925.10	%	93,45
			Fibra cruda	WEENDE	%	1,03
10	3013178	T2R3	Humedad	AOAC 925.10	%	91,02
			Fibra cruda	WEENDE	%	1,58

		UNIVERSIDAD ESTATAL DE BOLÍVAR				
		DEPARTAMENTO DE INVESTIGACIÓN				
		LABORATORIO DE BROMATOLOGÍA				
Dir. Avenida Ernesto Che-Guevara s/n y Gabriel Secaira		www.ueb.edu.ec				
CERTIFICADO DE ANÁLISIS DE LABORATORIO						
CERTIFICADO No: 00116 (2/2)						
Información del solicitante:						
Solicitante: Egdos. Nataly Borja y Wilson Segura				Teléfono: 0981199453		
Dirección: Sector Alpachaca			Ciudad: Guaranda			
Descripción de las muestras:						
Producto: Hongos Comestibles				Peso: Aproximadamente 240 g		
Tipo de envase: fundas plásticas			No de muestras: 13			
Conservación:	Ambiente (X)	Refrigeración	Congelación	Fecha de recepción: 18-25 de Abril del 2016		
Cierres de Seguridad:	Ninguno: x	Intacto:	Otros:	Fecha de entrega: 02 de mayo del 2016		
RESULTADOS OBTENIDOS						
Muestras	Código laboratorio	Código solicitante	Ensayos solicitados	Métodos Utilizados	Unidades	Resultados
11	3013179	T2R1	Humedad	AOAC 925.10	%	92,79
			Fibra cruda	WEENDE	%	0,80
12	3013180	T3R1	Humedad	AOAC 925.10	%	91,74
			Fibra cruda	WEENDE	%	0,95
13	3013181	T1R1	Humedad	AOAC 925.10	%	91,99
			Fibra cruda	WEENDE	%	1,07

Nota: Los análisis fueron realizados por duplicado, excepto grasa. Total 55 análisis.



Ing. Darwin Pomagualli
Director Departamento de Investigación



Ing. Paola Wilcaso
Técnico Docente

Anexo 5. Base de datos experimentales

Tabla de mediciones experimentales

TRATAMIENTOS	TAP	NRT	NCR	TCR(ancho)	TCR(longitud)	PHF	%EB	TP	CPH
T1R1	26	6	12	5,8	5,3	270	55	2	0,95
T1R2	26	4	13	4,7	5,0	210	43	1	1,17
T1R3	30	3	12	5,0	5,1	360	73	2	1,45
T2R1	24	5	7	6,0	5,2	480	100,41	3	1,74
T2R2	24	5	8	6,1	5,4	420	121,33	4	0,99
T2R3	24	6	8	6,2	5,7	580	66,94	2	0,88
T3R1	28	3	7	5,0	5,2	280	63	2	1,11
T3R2	35	3	9	4,3	4,5	330	75,34	2	1,56
T3R3	30	4	6	4,4	4,7	360	82,19	2	1,12
Media General	27	4	9	5,27	5,12	365,55	75,58	2,22	1,22

Fuente: Autores 2016

Tabla de registro y monitoreo de la siembra hasta la cosecha

<i>Fecha</i>	<i>Hora monitoreo</i>	<i>Temperatura °C</i>	<i>Humedad</i>	<i>Observaciones</i>
04/06/2016	9h00-17h00	21-25	75-80	Incubación
05/06/2016	9h00-17h01	21-25	75-80	Incubación
06/06/2016	9h00-17h02	21-25	75-80	Incubación
07/06/2016	9h00-17h03	21-25	75-80	Incubación
08/06/2016	9h00-17h04	21-25	75-80	Incubación
09/06/2016	9h00-17h05	21-25	75-80	Incubación
10/06/2016	9h00-17h06	21-25	75-80	Incubación
11/06/2016	9h00-17h07	21-25	75-80	Incubación
12/06/2016	9h00-17h08	21-25	75-80	Incubación
13/06/2016	9h00-17h09	21-25	75-80	Incubación
14/06/2016	9h00-17h10	21-25	75-80	Incubación
15/06/2016	9h00-17h11	21-25	75-80	Incubación
16/06/2016	9h00-17h12	21-25	75-80	Incubación
17/06/2016	9h00-17h13	21-25	75-80	Incubación
18/06/2016	9h00-17h14	21-25	75-80	Incubación
19/06/2016	9h00-17h15	21-25	75-80	Incubación
20/06/2016	9h00-17h16	21-25	75-80	Incubación
21/06/2016	9h00-17h17	18-25	80-90	Fructificación
22/06/2016	9h00-17h18	18-25	80-90	Fructificación
23/06/2016	9h00-17h19	18-25	80-90	Fructificación
24/06/2016	9h00-17h20	18-25	80-90	Fructificación
25/06/2016	9h00-17h21	18-25	80-90	Fructificación
26/06/2016	9h00-17h22	18-25	80-90	Fructificación
27/06/2016	9h00-17h23	18-25	80-90	Fructificación
28/06/2016	9h00-17h24	18-25	80-90	Fructificación
29/06/2016	9h00-17h25	18-25	80-90	Fructificación
30/06/2016	9h00-17h26	18-25	80-90	Fructificación
01/07/2016	9h00-17h27	18-25	80-90	Fructificación
02/07/2016	9h00-17h28	18-25	80-90	Fructificación
03/07/2016	9h00-17h29	18-25	80-90	Cosecha
04/07/2016	9h00-17h30	18-25	80-90	Cosecha

Fuente: Autores 2016

Anexo 6. Tablas de Fisher y Tukey

Tabla de Fisher

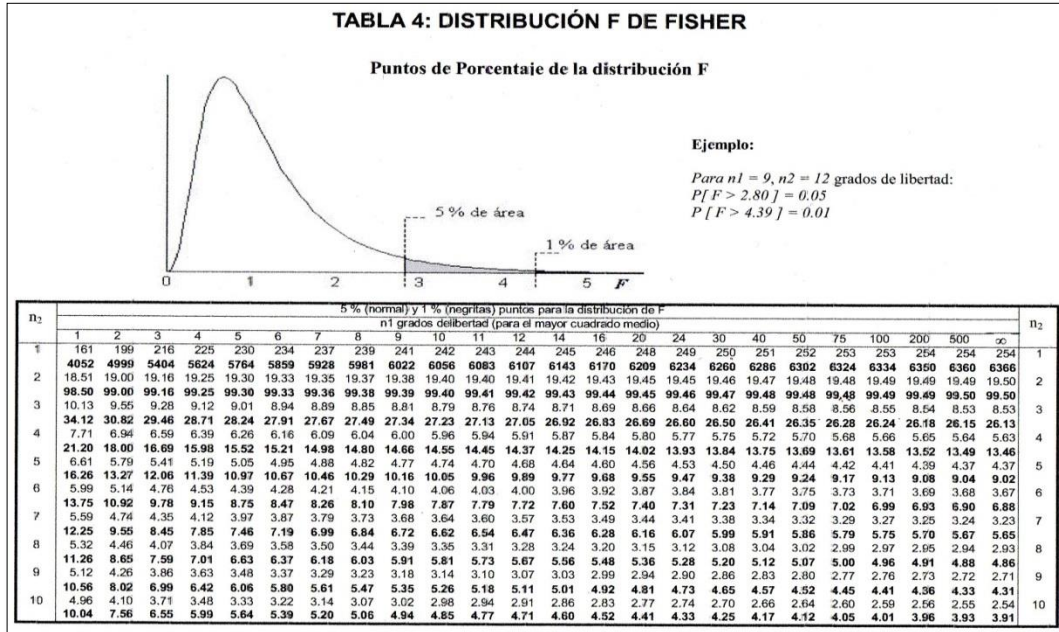


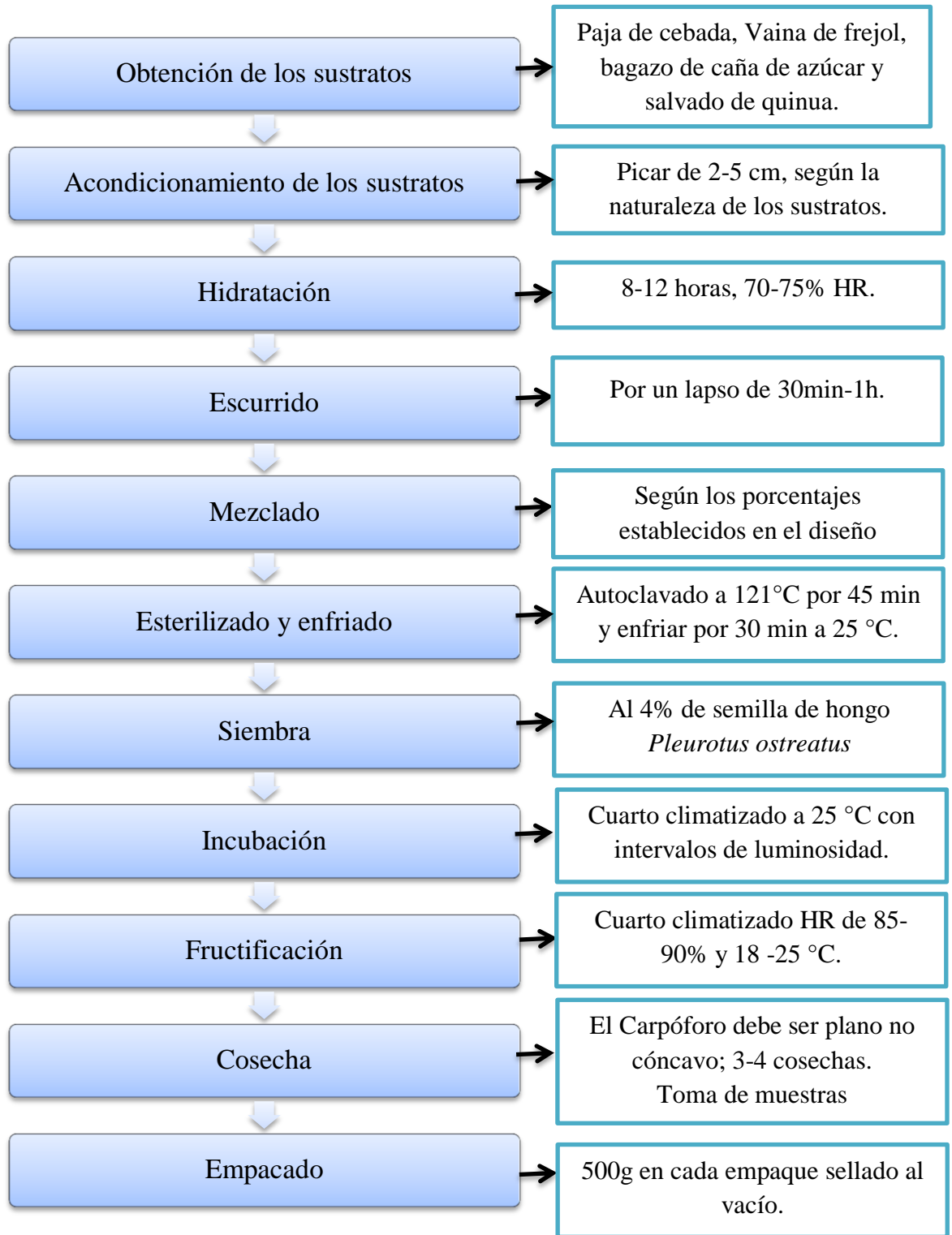
Tabla de Tukey

Tabla 5. Valores para la prueba de Tukey.

α = Número de promedios de los tratamientos

Grados de libertad error	α	α = Número de promedios de los tratamientos																			
		2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17	18	19	20	
5	.05	3.64	4.60	5.22	5.67	6.03	6.33	6.58	6.80	6.99	7.17	7.32	7.47	7.60	7.72	7.83	7.93	8.03	8.12	8.21	
5	.01	5.70	6.97	7.80	8.42	8.91	9.32	9.67	9.97	10.24	10.48	10.70	10.89	11.08	11.24	11.40	11.55	11.68	11.81	11.93	
6	.05	3.46	4.34	4.90	5.31	5.63	5.89	6.12	6.32	6.49	6.65	6.79	6.92	7.03	7.14	7.24	7.34	7.43	7.51	7.59	
6	.01	5.24	6.33	7.03	7.56	7.97	8.32	8.61	8.87	9.10	9.30	9.49	9.65	9.81	9.95	10.08	10.21	10.32	10.43	10.54	
7	.05	3.34	4.16	4.68	5.06	5.36	5.61	5.82	6.00	6.16	6.30	6.43	6.55	6.66	6.76	6.85	6.94	7.02	7.09	7.17	
7	.01	4.95	5.92	6.54	7.01	7.37	7.68	7.94	8.17	8.37	8.53	8.71	8.86	9.00	9.12	9.24	9.35	9.46	9.55	9.63	
8	.05	3.26	4.04	4.53	4.89	5.17	5.40	5.60	5.77	5.92	6.05	6.18	6.29	6.39	6.48	6.57	6.65	6.73	6.80	6.87	
8	.01	4.74	5.63	6.20	6.63	6.96	7.24	7.47	7.68	7.87	8.03	8.18	8.31	8.44	8.55	8.66	8.76	8.85	8.94	9.03	
9	.05	3.20	3.95	4.42	4.76	5.02	5.24	5.43	5.60	5.74	5.87	5.98	6.09	6.19	6.28	6.36	6.44	6.51	6.58	6.64	
9	.01	4.60	5.43	5.96	6.35	6.66	6.91	7.13	7.32	7.49	7.65	7.78	7.91	8.03	8.13	8.23	8.32	8.41	8.49	8.57	
10	.05	3.15	3.88	4.33	4.65	4.91	5.12	5.30	5.46	5.60	5.72	5.83	5.93	6.03	6.11	6.20	6.27	6.34	6.40	6.47	
10	.01	4.48	5.27	5.77	6.14	6.43	6.67	6.87	7.05	7.21	7.36	7.48	7.60	7.71	7.81	7.91	7.99	8.07	8.15	8.22	
11	.05	3.11	3.82	4.26	4.57	4.82	5.03	5.20	5.35	5.49	5.61	5.71	5.81	5.90	5.99	6.06	6.14	6.20	6.26	6.33	
11	.01	4.38	5.14	5.63	5.97	6.23	6.48	6.67	6.84	6.99	7.13	7.25	7.36	7.46	7.56	7.65	7.73	7.81	7.88	7.95	
12	.05	3.08	3.77	4.20	4.51	4.75	4.95	5.12	5.27	5.40	5.51	5.62	5.71	5.80	5.88	5.95	6.03	6.09	6.15	6.21	
12	.01	4.32	5.04	5.50	5.84	6.10	6.32	6.51	6.67	6.81	6.94	7.06	7.17	7.26	7.36	7.44	7.52	7.59	7.66	7.73	
13	.05	3.06	3.73	4.15	4.45	4.69	4.88	5.05	5.19	5.32	5.43	5.53	5.63	5.71	5.79	5.86	5.93	6.00	6.05	6.11	
13	.01	4.26	4.96	5.40	5.73	5.98	6.19	6.37	6.53	6.67	6.79	6.90	7.01	7.10	7.19	7.27	7.34	7.42	7.48	7.55	
14	.05	3.03	3.70	4.11	4.41	4.64	4.83	4.99	5.13	5.25	5.36	5.46	5.55	5.64	5.72	5.79	5.85	5.92	5.97	6.03	
14	.01	4.21	4.89	5.32	5.63	5.88	6.08	6.26	6.41	6.54	6.66	6.77	6.87	6.96	7.05	7.12	7.20	7.27	7.33	7.39	
15	.05	3.01	3.67	4.08	4.37	4.60	4.78	4.94	5.08	5.20	5.31	5.40	5.49	5.58	5.65	5.72	5.79	5.85	5.90	5.96	
15	.01	4.17	4.83	5.25	5.56	5.80	5.99	6.16	6.31	6.44	6.55	6.66	6.76	6.84	6.93	7.00	7.07	7.14	7.20	7.26	
16	.05	3.00	3.65	4.05	4.33	4.56	4.74	4.90	5.03	5.15	5.26	5.35	5.44	5.52	5.59	5.66	5.72	5.79	5.84	5.90	
16	.01	4.13	4.78	5.19	5.49	5.72	5.92	6.08	6.22	6.35	6.46	6.56	6.66	6.74	6.82	6.90	6.97	7.03	7.09	7.15	
17	.05	2.98	3.63	4.02	4.30	4.52	4.71	4.86	4.99	5.11	5.21	5.31	5.39	5.47	5.55	5.61	5.68	5.74	5.79	5.84	
17	.01	4.10	4.74	5.14	5.43	5.66	5.85	6.01	6.15	6.27	6.38	6.48	6.57	6.66	6.73	6.80	6.87	6.94	7.00	7.05	
18	.05	2.97	3.61	4.00	4.28	4.49	4.67	4.82	4.96	5.07	5.17	5.27	5.35	5.43	5.50	5.57	5.63	5.69	5.74	5.79	
18	.01	4.07	4.70	5.09	5.38	5.60	5.79	5.94	6.08	6.20	6.31	6.41	6.50	6.58	6.65	6.72	6.79	6.85	6.91	6.96	
19	.05	2.96	3.59	3.98	4.25	4.47	4.65	4.79	4.92	5.04	5.14	5.23	5.32	5.39	5.46	5.53	5.59	5.65	5.70	5.75	
19	.01	4.05	4.67	5.05	5.33	5.53	5.73	5.89	6.02	6.14	6.25	6.34	6.43	6.51	6.58	6.65	6.72	6.78	6.84	6.89	
20	.05	2.95	3.58	3.96	4.23	4.45	4.62	4.77	4.90	5.01	5.11	5.20	5.28	5.36	5.43	5.49	5.55	5.61	5.66	5.71	
20	.01	4.02	4.64	5.02	5.29	5.51	5.69	5.84	5.97	6.09	6.19	6.29	6.37	6.45	6.52	6.59	6.65	6.71	6.76	6.82	
24	.05	2.92	3.53	3.90	4.17	4.37	4.54	4.68	4.81	4.92	5.01	5.10	5.18	5.25	5.32	5.38	5.44	5.50	5.54	5.59	
24	.01	4.00	4.61	5.00	5.27	5.47	5.63	5.79	5.92	6.02	6.12	6.21	6.29	6.36	6.43	6.50</					

Anexo 7. Diagrama de flujo



Anexo 8. Fotografías del desarrollo del proyecto de investigación

Fotografía 1: Recepción de sustratos e insumos

Bagazo de caña de azúcar



Paja de cebada



Cascara de fréjol



Salvado de quinua



Carbonato de calcio



Cepa de hongo *Pleurotus ostreatus*



Fotografía 2: Acondicionamiento de los sustratos



Fotografía 3: Hidratación de los sustratos



Fotografía 4: Ecurrido



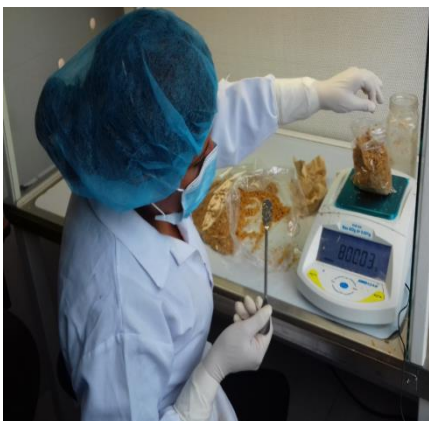
Fotografía 5: Pesado y mezclado



Fotografía 6: Toma de muestras para los análisis físico-químicos



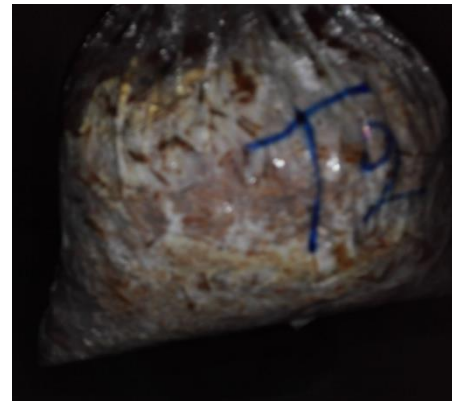
Fotografía 7: Esterilizado y siembra



Fotografía 8: Incubación y monitoreo



Fotografía 9: Colonización



Fotografía 10: Fructificación



Fotografía 10: Registro de pesos y diámetros





Fotografía 11: Cosecha



Anexo 9. Glosario de términos

Basidio: estructura reproductiva propia de los hongos basidiomicetes en donde se producen las esporas (basidiosporas).

Carpóforo: (seta o cuerpo fructífero): estructura reproductiva de los hongos superiores.

Cepa: Micelio genéticamente uniforme que posee características distintivas.

Celulosa: polisacárido compuesto por varias moléculas de glucosa. La celulosa es la biomolécula orgánica más abundante, ya que forma la mayor parte de la biomasa terrestre.

Cosecha: Producción sincronizada y corte de los hongos adultos en un sustrato determinado.

Cuerpo fructífero: Estructura especializada en donde se producen las esporas, indispensables para la reproducción.

Enzimas: proteínas encargadas de dirigir y acelerar (catalizar) reacciones químicas.

Esterilización: Eliminación o destrucción de todos los organismos vivos.

Especie: Organismo que comparte las mismas características reproductivas y tiene sólo un ancestro común cercano.

Hongo: Organismo formado por unas estructuras llamadas hifas que contiene núcleo. Se reproduce asexual y sexualmente, no tiene clorofila y obtiene energía de compuestos orgánicos por absorción. Los hongos son agentes degradadores, reciclan nutrientes. Pueden producir enfermedades y tienen importancia industrial.

Humedad Relativa: Cantidad de vapor de agua en el aire expresada como el porcentaje de la capacidad máxima de retención de agua del aire a esa temperatura.

Micelio: Talo de los hongos formado por un conjunto de filamentos o hifas.

Setas: Hongo con forma de sombrero sostenido por un pie, en muchos casos comestible.