

**UNIVERSIDAD POLITÉCNICA SALESIANA
SEDE CUENCA**

CARRERA DE INGENIERÍA AMBIENTAL.

**Tesis previa a la obtención del Título de Ingeniero
Ambiental.**

TEMA:

**“ANÁLISIS DE LA CAPACIDAD DEGRADATIVA DE
RESIDUOS LIGNOCELULÓSICOS UTILIZANDO EL
HONGO *Pleurotus ostreatus var. Florida.*”**

Pablo A. Ramón Auquilla.
Danilo A. Ramón Auquilla.

Director de tesis:

Dra. Myriam Ximena Mancheno Cárdenas.

Cuenca, julio 23 del 2012.

Los conceptos desarrollados, análisis realizados y las conclusiones del presente trabajo, para la obtención del título de Ingeniero Ambiental son de exclusiva responsabilidad de los autores.

Cuenca, julio 23 del 2012.

Danilo Ramón A.
**Egresado de la carrera de
Ingeniería Ambiental.**

Pablo Ramón A.
**Egresado de la carrera de
Ingeniería Ambiental.**

Certifico que el presente trabajo de tesis fue desarrollado por Pablo Andrés Ramón Auquilla y Danilo Armando Ramón Auquilla, bajo mi supervisión.

Cuenca, julio 23 del 2012.

Dra. Myriam Mancheno Cárdenas.
DIRECTORA DE TESIS.

AGRADECIMIENTO

Al ser perfecto e infinito en amor mi Papa Dios, por haberme regalado la oportunidad de disfrutar de su amor a través de esas dádivas como lo son mis padres, quienes nunca se rindieron en expresarme su amor.

...A mi querido hijo, quien es mi inspiración para ser cada día mejor, a mi querido hermano quien siempre ha estado a mi lado como mi amigo, y a mi querida esposa por ser la ayuda idónea que Dios puso en mi vida.

Danilo Ramón A.

Le agradezco a Dios que por medio de su Hijo Jesucristo nos demostró todo su amor, a mis padres que gracias a su apoyo fue posible culminar este proyecto muy importante en mi vida, a mi hermano que gracias a su perseverancia y sabiduría se logró completar esta investigación en su totalidad, a mi directora de tesis, ya que sin su apoyo no hubiera sido posible culminar esta etapa académica, a mi líder Héctor que nunca se dio por vencido al encaminarme por los caminos de Dios, a mis profesores, ya que su apoyo fue fundamental en la elaboración de mi tesis, y por último a mi familia y amigos que me estuvieron apoyando en todo el transcurso de mi carrera.

Pablo Ramón A.

ANÁLISIS DE LA CAPACIDAD DEGRADATIVA DE
RESIDUOS LIGNOCELULÓSICOS UTILIZANDO EL HONGO *Pleurotus*
ostreatus var. Florida.

CAPITULO I

1	Introducción.....	2
1.1	Antecedentes.....	3
1.1.1	Historia de la agricultura en el Ecuador.....	3
1.2	Procesos Industriales.....	7
1.2.1	Actividades Industriales.....	7
1.3	Residuos Agroindustriales.....	8
1.3.1	Fibras celulósicas.....	10
1.3.1.1	Fibras naturales.....	10
1.3.1.1.1	Fibras de origen animal.....	10
1.3.1.1.2	Fibras de origen vegetal.....	11
1.3.1.1.3	Fibras de origen mineral.....	11
1.3.1.2	Fibras celulósicas fabricadas por el hombre.....	11
1.3.1.3	Fibras no celulósicas fabricadas por el hombre.....	11
1.4	Bagazo de caña.....	12
1.4.1	Historia.....	12
1.4.2	Definición.....	13
1.4.3	Aplicaciones.....	13

1.4.4 El bagazo de caña en el Ecuador.....	13
1.4.5 Composición.....	14
1.4.6 Propiedades físicas y químicas del bagazo de caña.....	14
1.5 Granos de trigo.....	15
1.5.1 Historia.....	15
1.5.2 Definición.....	15
1.5.3 Clasificación científica.....	16
1.5.4 Composición química.....	16
1.6 Arroz.....	16
1.6.1 Descripción del arroz.....	16
1.6.2 Clasificación del arroz.....	17
1.6.3 Morfología.....	18
1.6.4 Fisiología.....	18
1.6.5 Cascarilla de arroz.....	19
1.6.5.1 Propiedades físicas de la cascarilla de arroz.....	20
1.6.5.1.1 Tamaño de la cascarilla.....	20
1.6.5.1.2 Densidad de la cascarilla.....	20
1.6.5.1.3 Conductividad de la cascarilla.....	20
1.6.5.1.4 Equilibrio del contenido de humedad.....	20
1.6.5.1.5 Dureza de la cascarilla.....	21
1.6.5.2 Propiedades químicas de la cascarilla.....	21
1.6.5.2.1 Composición química de la cascarilla.....	21

1.6.6	Proceso de extracción del arroz y separación de la cascarilla.....	22
1.6.7	Producción de arroz en el Ecuador.....	24
1.7	Fermentación en estado sólido (FES).....	24
1.8	Reino Fungi.....	25
1.8.1	Distribución.....	25
1.8.2	Características.....	25
1.8.3	Clasificación taxonómica.....	26
1.8.3.1	<i>Mixomicofitos</i>	27
1.8.3.2	<i>Eumicófitos</i>	29
1.8.3.2.1	Los Ficomicetes.....	29
1.8.3.2.2	Los Ascomicetes.....	31
1.8.3.2.3	Los Basidiomicetes.....	32
1.8.4	Usos y beneficios.....	33
1.8.5	Hongo <i>Pleurotus ostreatus</i>	34
1.8.5.1	Variedades.....	36
1.8.5.2	Descripción Macroscópica.....	37
1.8.6	Localización.....	38
1.8.7	Factores ambientales que influyen en el desarrollo de los hongos.....	38
1.8.7.1.	Factor Temperatura.....	38
1.8.7.2	Factor humedad.....	39
1.8.7.3.	Fuente de carbono.....	39
1.8.7.4.	Concentración de nitrógeno.....	40

1.8.7.5 Dióxido de carbono.....	40
1.8.7.6 Factor Luz.....	40
1.8.7.7 Factor pH.....	41
1.8.8 Usos potenciales.....	41
2.8.1 Alimenticio.....	41
2.8.2 Medicinal.....	44
2.9 Hongo <i>Pleurotus ostreatus</i> var. <i>Florida</i>	46
2.9.1 Taxonomía.....	46
1.9. Microbiología.....	47
1.9.2 Bacterias.....	48
1.9.2.1 Clasificación.....	49

CAPITULO II

MATERIALES Y MÉTODOS

2.1 Caracterización de microorganismos en los residuos lignocelulósicos tratados..	53
2.1.1 Regeneración de los microorganismos.....	53
2.1.2 Bacterias.....	55
2.1.3.1 Preparación de Medios de cultivo.....	55
2.1.3.2 Tinción diferencial de Gram.....	57
2.1.4 Hongos.....	58
2.1.4.1 Preparación del medio de cultivo.....	58

2.1.5 Microorganismos encontrados en los residuos.....	59
2.1.5.1 Bacterias.....	59
2.1.5.1.1 Coliformes totales.....	59
2.1.5.1.2 <i>Pseudomonas spp</i>	60
2.1.5.2 Hongos.....	61
2.1.5.2.1 <i>Penicillium spp</i>	61
2.1.5.2.2 <i>Aspergillus spp</i>	63
2.2 Metodología aplicada.....	64
2.2.1 Obtención de la cepa fungi.....	64
2.2.2 Cultivo del hongo <i>Pleurotus ostreatus var. Florida</i>	64
2.2.3 Preparación del inóculo.....	65
2.2.4 Preparación del sustrato para la siembra del hongo <i>Pleurotus ostreatus var. Florida</i>	67
2.2.5 Incubación de las fundas con el hongo <i>Pleurotus ostreatus var. Florida</i>	68
2.2.6 Cosecha del hongo <i>Pleurotus ostreatus var. Florida</i>	70
2.3. Análisis Estadístico.....	72
2.4 Determinación de la eficiencia del subproducto resultante como fertilizante....	80
 CAPITULO III	
3.1 Resultados y Discusión.....	85
3.2 Conclusiones y Recomendaciones.....	86

3.3 Bibliografía.....	89
3.4 Anexos.....	91

Índice de Tablas

Tabla N: 1 Actividades Industriales.....	7
Tabla N: 2 Propiedades químicas de las fracciones del bagazo de caña.....	14
Tabla N: 3 Clasificación científica del trigo.....	16
Tabla N: 4 Composición química de la cascarilla de arroz.....	21
Tabla N: 5 Características principales del <i>Pleurotus ostreatus</i> en comparación con otros alimentos.....	43
Tabla N: 6 Contenido de aminoácidos en el <i>Pleurotus ostreatus</i>	44
Tabla N: 7 Taxonomía del Hongo <i>Pleurotus ostreatus</i> var. <i>Florida</i>	46
Tabla N: 8 Parámetros utilizados para favorecer el proceso de FES.....	68
Tabla 9: Análisis de variación del parámetro fibra, entre los dos residuos.....	73
Tabla 10: Tabla del método de MCB de Hsu del porcentaje de fibra presente en los dos residuos.....	74
Tabla 11: Tabla ANOVA del porcentaje de ceniza presente en los residuos.....	76
Tabla 12: Tabla de MCB de Hsu del porcentaje de ceniza presente en los residuos..	77
Tabla 13: ANOVA del porcentaje de Lignina presente en los residuos.....	78
Tabla 14: Tabla del método de MCB de Hsu del porcentaje de lignina presente en los residuos.....	79
Tabla 15. Resultados de la cosecha de los rábanos (Peso) del testigo frente a la cascarilla de arroz y al bagazo de caña.....	81
Tabla 16: Tabla ANOVA comparativa entre el testigo y los residuos mediante el parámetro (Peso del rábano).....	82
Tabla 17 Análisis bromatológico de los residuos agroindustriales estudiados comparado con otros residuos.....	101

Tabla 18 Eficiencia biológica y rendimiento en las fundas con cascarilla de arroz.....	101
Tabla 19 Eficiencia biológica y rendimiento en las fundas con bagazo de caña....	102
Tabla 20 Eficiencias biológicas de <i>Pleurotus ostreatus</i> cultivado en diversos residuos agroindustriales.....	103

Índice de fotos.

Foto 1: Torva.....	22
Foto 2: Máquina clasificadora del arroz.....	22
Foto 3: Descascarador.....	23
Foto 4: Cicloaventador.....	23
Foto 5: Mesa separadora.....	23
Foto 6: Polichador.....	23
Foto 7: Recopilación de la cascarilla de arroz.....	24
Foto 8: <i>Plasmodiophora brassicae</i>	29
Foto 9: <i>Fuligo séptica</i>	29
Foto 10: <i>Rhizopus nigricans</i>	30
Foto 11: <i>Saccharomyces cerevisiae</i>	31
Foto 12: <i>Pleurotus ostreatus var. Florida</i>	33
Foto 13: Introducción de las muestras en los frascos.....	54
Foto 14: Identificación de coliformes totales y <i>E. Coli</i> por medio del método de medio de cultivo selectivo.....	59
Foto 15: Colonia de <i>Pseudomonas spp</i>	60
Foto 16: Estructura microscópica de la <i>Pseudomonas spp</i>	61
Foto 17: Colonia de <i>Penicillium spp</i>	62
Foto 18: Estructura microscópica de una colonia de <i>Penicillium spp</i>	62
Foto 19: Colonia del hongo <i>Aspergillus spp</i>	63
Foto 20: Estructura microscópica de un <i>Aspergillus spp</i>	64

Foto 21: Crecimiento de la colonia del hongo <i>Pleurotus ostreatus</i> var. <i>Florida</i> en el medio PDA.....	65
Foto 22: Extracción de la cuarta parte del micelio del hongo e introducción en los frascos de vidrio.....	66
Foto 23: Inóculo preparado con el micelio del hongo <i>Pleurotus ostreatus</i> var. <i>Florida</i> y los granos de trigo.....	67
Foto 24: Mezcla del inóculo con el residuo.....	69
Foto 25: Crecimiento del hongo <i>Pleurotus ostreatus</i> var. <i>Florida</i> en las fundas.....	70
Foto 26: Cosecha del hongo <i>Pleurotus ostreatus</i> var. <i>Florida</i>	70
Foto 27: Cosecha de los rábanos.....	81
Foto 27: Peso de los rábanos en la balanza digital.....	81

Índice de Figuras

Figura 1: Descripción de la estructura microscópica del <i>Aspergillus spp</i>	63
Figura2: Gráficas de residuos del porcentaje de fibra entre los dos residuos.....	75
Figura 3: Gráficas de residuos del porcentaje de ceniza presente en los deshechos...77	77
Figura 4: Gráficas de residuos del porcentaje de lignina presente en los deshechos..80	80
Figura 5: Gráfica de residuos del peso de la biomasa en los subproductos obtenidos y el testigo.....	83

CAPÍTULO I

INTRODUCCIÓN

Análisis de la capacidad degradativa de residuos

lignocelulósicos utilizando el hongo *Pleurotus ostreatus* var. *Florida*.

1 INTRODUCCIÓN.

El desarrollo de las actividades del hombre, es uno de los factores que ha contribuido en el deterioro del equilibrio medio ambiental, los diferentes procesos industriales, agrícolas y agroindustriales, han generado la transformación y aparición de diferentes compuestos residuales y contaminantes que afectan directa o indirectamente los recursos naturales.

La creciente presión de la población sobre la tierra, que se estima será de 9 billones para el año 2050, y la ascendente demanda de servicios, de una base fija de tierra, están amenazando la calidad y la regulación de las funciones naturales de los recursos suelo, agua y aire de los cuales depende la sustentabilidad.

Actualmente, el interés por el cuidado del medio ambiente se ha vuelto imperativo; la sociedad está consciente que es su responsabilidad velar por las condiciones ambientales; la situación de nuestros recursos naturales afectan indistintamente a todos; y el futuro se torna incierto si no se toman medidas que garanticen un desarrollo sostenible para impedir una mayor degradación del medio ambiente.

Una de las estrategias que deben adoptarse a corto plazo para lograr un verdadero desarrollo sustentable, es la de innovación, adopción y promoción de una forma de producción más limpia, según el (PNUMA) Programa de Naciones Unidas para el Medio Ambiente, “producción más limpia es la aplicación continua de una estrategia integral de prevención ambiental a los procesos, productos y servicios para incrementar la eco-eficiencia y reducir riesgos para humanos y el medio ambiente”. (Monroy et al., 1990).

La agricultura es una actividad base para el desarrollo económico de nuestro país, dispone de grandes zonas tropicales y subtropicales, en donde se generan productos residuales agrícolas; como la cascarilla de arroz (*Oryza sativa* L) y el bagazo de caña (*Saccharum officinarum*), que son compuestos lignocelulósicos y no se degradan fácilmente en el ambiente, constituyendo un problema residual.

Una de las alternativas que se plantea en esta investigación, es la utilización del hongo *Pleurotus ostreatus var. Florida*; especie interesante para la bioconversión de la cascarilla de arroz y el bagazo de caña, pues tiene la capacidad de degradar materiales, como el de los desechos agroindustriales y esquilmos; compuestos difíciles de degradar naturalmente (Monroy et al., 1990).

1.1 ANTECEDENTES.

En la economía del Ecuador siempre se presentaron altibajos a lo largo de su historia, es así que la larga recesión provocada por la crisis del cacao; que se inició a principios de la década de los veinte, se le suma la gran depresión de los años treinta; esta fue superada con un nuevo periodo de auge exportador, el Bananero; que abrió la puerta a una serie de cambios largamente esperados en la sociedad ecuatoriana. Posteriormente la crisis del banano, registrada en los años sesenta; fue superada por el boom petrolero, a partir de 1972 hasta los primeros años de los ochenta; donde el mundo sufrió una pérdida en la economía del petróleo.

1.1.1 Historia de la agricultura en el Ecuador.

La agricultura se remonta a inicios de la sociedad, donde se han realizado modificaciones en los espacios agrícolas a través del tiempo; cambios producidos en función de la adaptación a los factores naturales, físicos y también en función de los sistemas económicos y políticos.

El crecimiento tecnológico en la agricultura, en lo que respecta a la productividad y diversificación de los productos agrícolas; se evidenció con la revolución industrial, debido a la necesidad del incremento de alimentos en la sociedad.

El auge y la crisis de los sectores de exportación, caracterizan la expresión económica de la historia del Ecuador. Tradicionalmente el desarrollo de los sectores agroexportadores, ha sido un factor determinante en la dinámica de la economía ecuatoriana. Al momento de su independencia política, el Ecuador se transforma en un país fundamentalmente agrícola.

El 82% de la población se concentró en la Sierra; la hacienda tradicional con características semi-feudales fue la forma de producción.

En la costa, la hacienda tomó la forma de plantación; y la producción de los cultivos tropicales se orientó a los mercados externos. Las divisas generadas a través de las exportaciones de los principales cultivos de la región costera (cacao, café y banano), sirvieron principalmente para satisfacer la demanda de bienes industriales suntuarios, importados para la clase alta y muy poco para diversificar la economía.

El auge cacaotero (1880-1920) generó un aumento en la demanda de la mano de obra en las plantaciones de la costa. Dicho proceso fue la causa de flujos migratorios importantes desde la sierra hacia la costa, y el aumento del número de trabajadores asalariados. La actividad agrícola exportadora también aceleró el proceso de urbanización en la costa, especialmente alrededor del centro comercial y marítimo de Guayaquil.

“El auge bananero (1950-1960) incentivó de igual manera el proceso migratorio, aunque el país continuó con una economía agraria; la población se distribuyó de manera similar entre las regiones principales, Sierra y Costa.”¹

A partir de la década de 1960 se dieron cambios profundos en la economía de nuestro país. Como consecuencia de la crisis temporal en la producción bananera, la baja en los precios del café y los conflictos políticos entre los grupos que representaban los intereses de las clases dominantes de la Sierra y la Costa, respectivamente. Estos factores fueron los que permitieron la elaboración de un proyecto político dirigido hacia la diversificación de la economía, industrialización y la transformación de los rezagos feudales de producción hacia una modernización del sector agrícola.

La Reforma Agraria de 1964, significó el punto sin retorno para las formas feudales de producción como huasipungo y el inicio de cambios estructurales en el uso de la tierra, el balance entre los diferentes cultivos y la aplicación de tecnologías para la modernización del campo, por otro lado, el proceso de industrialización, fuertemente influenciado desde sus inicios en los años 60 por las políticas estatales, deja su huella en el desarrollo del sector agrícola. Son estos cambios el prelude de las transformaciones ocurridas en la economía ecuatoriana a causa del auge petrolero, la

¹ALVARADO, Luis, GUERRERO, Alexander, *Estudio sectorial de agroindustria con enfoque de cadena en el Ecuador subsector lácteos y derivados*, Tesis de la carrera de Agronegocios Internacionales. Universidad Internacional del Ecuador, IICA, 2005.

producción del país y las relaciones entre hombre y naturaleza sufrieron grandes cambios con el auge de las exportaciones del petróleo.

Estos cambios pueden ser resumidos de la siguiente manera:

- Con el proceso acelerado de urbanización que inició a partir de los 60's, se produce un estancamiento relativo en el sector agrícola; especialmente en la producción de alimentos básicos, el lento crecimiento de la oferta doméstica de alimentos produjo un aumento del déficit alimentario.
- La riqueza económica se centra en la industria manufacturera moderna concentrada en áreas urbanas. La demanda de importaciones de este sector es principalmente satisfecha por la generación de divisas a través de la exportación del petróleo crudo. El sector agrario ha perdido su importancia crucial en este proceso.
- Los principales productores de alimentos básicos, son los campesinos con pequeñas propiedades. El acceso de estos a las tierras más fértiles tiende a disminuir por las condiciones de la distribución de la tierra y la exposición.
- Los procesos de urbanización e industrialización y las condiciones de implantación de la Reforma Agraria, han incentivado la producción moderna de cultivos para la industria agrícola y la expansión de la ganadería. Las políticas estatales de protección industrial, control de precios, créditos y los cultivos de la industria agraria, ocupan una superficie cada vez más extendida a costa del área disponible para la producción de alimentos básicos.
- El subempleo y la pobreza se concentran entre los hogares rurales con pequeñas tendencias a migrar a la ciudad, en búsqueda de una mejor forma de subsistencia.
- La pobreza rural es extensa y profunda, y persiste a pesar de un crecimiento del ingreso promedio.

“Los beneficios durante el auge petrolero se concentraron en los sectores modernos o de gran escala a costa de sectores, donde los pequeños productores se encuentran.”²

Actualmente en el Ecuador, el paisaje agrario se encuentra distribuido en zonas de cultivo agropecuario y en zonas de reserva natural; estas se protegen porque contienen recursos que permiten la supervivencia de los seres vivos en general

Las diferentes regiones naturales en nuestro país, se distinguen claramente por la presencia de cultivos de acuerdo al clima y tipo de suelo que poseen, en la Costa predomina el cultivo de banano, café, cacao y los pastos que al momento aportan gran cantidad de elementos industriales para el mantenimiento de la ganadería, especialmente la del ganado vacuno.

Los cultivos de ciclo corto y algunos permanentes, se encuentran en determinadas zonas estratégicas de la Región Costera. El arroz y los pastos que de preferencia se ubican en zonas inundables, se localizan en la provincia de Los Ríos y parte de la provincia del Guayas en la región de Galápagos existe una variedad de productos de ciclo corto y propio de zonas templadas y cálidas.

En la región Interandina o zonas altas, predomina el cultivo del maíz suave como consecuencia de las costumbres alimentarias que tiene la población; en casi todas las provincias de la Sierra ecuatoriana, se destacan los cultivos de maíz, papa, trigo, cebada y quinua; y estos son la base de la alimentación de una gran mayoría de la población.

En la región amazónica existe el predominio de los pastizales, consecuencia de la tala de árboles y las condiciones del suelo. Los cultivos de ciclo corto son importantes en la zona amazónica, se exportan en pequeñas cantidades hacia otros mercados nacionales; quedando el restante para uso familiar.

Los cultivos se distinguen de acuerdo al tiempo de duración de la planta, los permanentes; son los que se mantienen con más de diez años de producción continua. Los cultivos transitorios o de ciclo corto, son en los que la vida de la planta termina igual con la cosecha del fruto; según el nivel del consumo, estos son básicos cuando

² ARIAS, Joaquín, VALLEJO, Silvana y otros, Más que alimentos en la mesa: La real contribución de la agricultura a la economía del Ecuador, ICCA, 2005

forman parte de la dieta familiar; y cultivos secundarios los que se utilizan en menor escala, y pueden ser permanentes o transitorios.

Actualmente el uso de la agricultura no tradicional, es decir producción masiva; se ha desarrollado con fines económicos de exportación, entre estos productos se encuentran las flores y frutas tropicales; entre otros.

1.2 Procesos Industriales.

La producción artesanal se caracteriza por ser un trabajo manual, en donde se utiliza herramientas no complejas; y además fuentes energéticas, como el agua; el viento, la madera o la fuerza de animales, la producción es limitada y la misma se obtiene dentro de un taller o una casa; muy diferente a lo que significa un proceso industrial, en donde la intervención de máquinas y fuentes energéticas son base para una masificación en la producción.

1.2.1 Actividades Industriales.

Tabla 1 Actividades industriales.

Industria pesada	Fábricas enormes en las que se trabaja con grandes cantidades de materia prima y de energía.
Siderúrgicas	Transforman el hierro en acero.
Metalúrgicas	Trabajan con otros metales diferentes al hierro ya sea cobre, aluminio, etc.
Cementeras	Fabrican cemento y hormigón a partir de las llamadas rocas industriales.
Químicas de base	Producen ácidos, fertilizantes, explosivos, pinturas y otras sustancias.
Petroquímicas	Elabora plásticos y combustibles.
Industria ligera	Transforma materias primas en bruto o semi-elaboradas en productos que se destinan directamente al consumo de las personas y de las empresas de servicios.
Alimentación	Utiliza productos agrícolas, pesqueros y ganaderos para fabricar bebidas, conservas, etc.
Textil	Fabrica tejidos y confecciona ropa a partir de fibras vegetales, como el lino y el algodón, y fibras animales como la lana y sintéticas como el nailon y el poliéster.

Fuente: Los autores.

1.3 Residuos Agroindustriales.

La agroindustria se refiere a la subserie de actividades de manufacturación mediante las cuales se elaboran materias primas y productos intermedios derivados del sector agrícola. Se define como la transformación de productos procedentes de la agricultura, la actividad forestal y la pesca. Los residuos agroindustriales son el resultante que se obtiene en cada una de estas actividades.

Las industrias que emplean como materias primas, los productos agrícolas; pesqueros y forestales forman un grupo muy variado, desde la mera conservación (como el secado al sol) y operaciones estrechamente relacionadas con la cosecha; hasta la producción, mediante métodos modernos y de gran inversión de capital; de artículos como productos textiles, pasta y papel, las industrias alimentarias son mucho más homogéneas y más fáciles de clasificar, que las industrias no alimentarias; ya que todos sus productos tienen el mismo uso final. Por ejemplo, la mayor parte de las técnicas de conservación son básicamente análogas, con respecto a toda la gama de productos alimenticios perecederos; como frutas, hortalizas, leche, carne o pescado. De hecho, la elaboración de los productos alimentarios más perecederos tiene por objeto en gran medida su conservación.

Los productos no alimentarios tienen una amplia variedad de usos finales, casi todos los productos agrícolas no alimentarios; requieren un alto grado de elaboración y una serie definida de operaciones que, a través de los distintos productos intermedios; llevan al producto final. Debido al valor añadido de cada una de estas etapas sucesivas de elaboración, la proporción del costo de la materia prima original en el costo total disminuye progresivamente. Otra característica de las industrias no alimentarias es que muchas de ellas utilizan cada vez más productos sintéticos u otros sucedáneos artificiales (especialmente fibras) juntamente con las materias primas naturales.

La agroindustria se puede clasificar en: Industrias proveedoras de materias primas, las cuales intervienen en la elaboración inicial de los productos agrícolas, como la molienda del trigo y el arroz; el curtido del cuero, el desmotado del algodón, el prensado del aceite, el aserrado de la madera y el enlatado de pescado. Las industrias consumidoras de materias primas que se encargan de la fabricación de

artículos a base de productos intermedios derivados de las materias agrícolas, como la fabricación de pan y galletas, de tejidos, de papel, de ropa y calzado o de manufacturas de caucho.

Otra distinción se basa también en la naturaleza del proceso de producción, el mismo artículo puede estar producido por un tejedor artesanal que trabaja en su casa con un telar manual o por una gran fábrica de tejidos que dispone de maquinaria especializada y sistemas complejos de organización y que produce una amplia gama de artículos industriales para los mercados interno y externo. Sin embargo, actualmente resulta cada vez más difícil establecer una demarcación precisa de lo que debe considerarse actividad agroindustrial: Los efectos de los procesos de innovación y las nuevas tecnologías, obligan a ampliar la gama de los insumos agroindustriales, que pueden tenerse en cuenta; incluyendo productos biotecnológicos y sintéticos. Esto significa que actualmente la agroindustria sigue elaborando artículos agrícolas sencillos, a la vez que transforma insumos industriales muy especializados que frecuentemente son el resultado de notables inversiones en investigación, tecnología e inducciones.

La complejidad creciente de los insumos, los efectos de los procesos de innovación y nuevas tecnologías, la especialización y la gama cada vez mayor de procesos de transformación, hacen que sea más difícil establecer una distinción clara entre lo que debe considerarse estrictamente industria y lo que puede clasificarse como agroindustria.

Según la clasificación tradicional de las Naciones Unidas y la Clasificación Industrial Internacional Uniforme de todas las Actividades Económicas (CIIU), la producción agroindustrial se presenta en muchos sectores de manufacturación: Elaboración de productos alimenticios, bebidas y productos de tabaco, fabricación de productos textiles, prendas de vestir y cueros; producción de madera y sus derivados, incluido la fabricación de muebles, papel y sus productos, actividades de edición e impresión y fabricación de productos de caucho.

1.3.1 Fibras Celulósicas.

Las fibras son estructuras unidimensionales, largas y delgadas, que se doblan con facilidad y su propósito principal es la creación de tejidos.

Los polímeros útiles como fibras, son los que tienen un alto grado de cristalinidad y fuerte interacción de cadenas adyacentes, esta orientación incrementa la fuerza tensil.

Las fibras tienen una longitud muy superior a su diámetro (que no suele ser superior a 0.05 cm), están orientadas a lo largo de un solo eje, tienen gran cohesión molecular; lo que les permite ser más fuertes que los plásticos. Su Tg [Temperatura de transición] y su punto de fusión son muy importantes en las fibras, una Tg demasiado alta dificulta el estiramiento, y por lo tanto; la orientación de la fibra, y si es demasiado baja no se mantiene a temperatura ambiente.

Las fibras pueden dividirse en tres clases: Fibras naturales, fibras celulósicas y no celulósicas fabricadas por el hombre.

1.3.1.1 Fibras naturales.

Se dividen en:

- Fibras animales: Lana, mohair, seda [...] que son proteínas complejas.
- Fibras vegetales: Algodón fino, yute [...] que son polímeros de celulosa.
- Fibras inorgánicas como el asbesto, amianto, etc.

1.3.1.1.1 Fibras de Origen Animal.

Las fibras de origen animal a diferencia de los ácidos orgánicos, son proteínas resistentes a ciertos ácidos minerales; como el ácido sulfúrico (H_2SO_4), por el contrario; las bases o álcalis poco agresivos dañan las fibras proteínicas y los álcalis fuertes como el hidróxido de sodio (NaOH) puede disolverlas por completo.

1.3.1.1.2 Fibras de Origen Vegetal.

Las fibras vegetales están formadas principalmente de celulosa, que a diferencia de las proteínas de las fibras de origen animal; es resistente a los álcalis, estas fibras son de igual manera resistentes a la mayoría de los ácidos orgánicos, pero los ácidos minerales fuertes las destruyen.

Las fibras de origen vegetal tienen muchas aplicaciones en la industria del papel, el algodón y el lino; son la base de algunos papeles rugosos de calidad, mientras que las gramíneas como el cáñamo, el yute y el cáñamo de Manila, se utilizan para fabricar papeles de embalaje y otros de menor calidad, el papel de los periódicos y el papel de tipo kraft se fabrican con fibra de madera tratada químicamente, con fibra de madera y bagazo (la fibra de la caña de azúcar), y mediante un proceso similar al de la fabricación del papel, se obtienen tableros para la construcción.

1.3.1.1.3 Fibras de Origen Mineral.

La fibra de vidrio es la única de origen inorgánico, que se utiliza a gran escala en los tejidos corrientes; se ha descubierto que la fibra de amianto, que se empleaba en el pasado en aislamientos y protecciones ignífugas; es cancerígena, para la fabricación de gasa se utiliza alambre fino de metal, mezclado con fibras orgánicas que forman un patrón determinado; sin embargo, la mayoría del hilo metálico consiste en tiras delgadas de hoja de metal similares al espumillón; para conseguir más resistencia, las hojas de metal se intercalan con capas delgadas o películas de plástico.

1.3.1.2 Fibras celulósicas fabricadas por el hombre.

Son fibras cuyas materias primas provienen de la naturaleza que han sido tratadas por el hombre. Fueron las primeras fibras sintéticas.

1.3.1.3 Fibras no celulósicas fabricadas por el hombre.

Son las llamadas fibras químicas sintéticas, la ventaja de estas fibras es, que no dependen de cosechas y el volumen de producción puede ser modificado a voluntad; las propiedades de las fibras químicas pueden ser modificables, como la resistencia, brillo, etc. Aunque tienen algunas desventajas como la absorción de agua.

1.4 Bagazo de caña.

1.4.1 Historia.

La historia del azúcar se remonta a casi 5000 años; en España no llega hasta la Edad Media, su expansión está ligada; como la de tantos otros productos, al avance de las conquistas y el devenir de la historia.

La ruta de la caña ha sido siempre de Oriente a Occidente, desde el Índico al Mediterráneo; y finalmente al Atlántico. Nació en Nueva Guinea y llegó hasta la India, desde donde se extendió a China y al Próximo Oriente. Fueron precisamente los indios los pioneros en probar su sabor.

Las primeras referencias históricas del azúcar se dan en el año 4.500 antes de Cristo, así nos lo demuestran. Mucho tiempo después, hacia el año 510 a.C.; el azúcar llega hasta Persia donde los soldados del Rey Darío, fascinados por sus propiedades la denominaban "esa caña que da miel sin necesidad de abejas".

Su desembarco en Europa se produce en el siglo IV antes de Cristo, a raíz de los viajes y conquistas de Alejandro Magno a través de Asia. Más tarde los griegos la dejan en herencia al Imperio Romano, que la denominará "sal de la India".

De aquí saltamos al siglo VII de nuestra era, que marcará un hito importante en la difusión del consumo de azúcar. Son los árabes, tan aficionados al dulce; los que al invadir las regiones del Tigris y el Éufrates, descubren las infinitas posibilidades que presenta. Éstos lo introducen en las zonas recientemente conquistadas, cultivando la caña de azúcar en Siria, Egipto, Chipre, Rodas y todo el norte de África. Es precisamente allí, donde los químicos egipcios perfeccionan su procesado y la refinan. Continúa la expansión de su consumo a través de los viajes de los comerciantes venecianos y, un siglo más tarde, a través de las Cruzadas a Tierra Santa, se da a conocer este alimento en todo el mundo cristiano.

Hasta la Edad Media el azúcar no llega a España, donde se implanta como una especia alimenticia, y como tal, es usada para perfumar platos, lo mismo que la sal o la pimienta, con el descubrimiento de América, el azúcar viaja de manos de los conquistadores españoles a Santo Domingo, donde se cultiva por primera vez a gran escala, llegando más tarde a Cuba y a México. Paralelamente, otros españoles en sus

viajes favorecen su expansión a zonas asiáticas; como las Islas Filipinas y archipiélagos del Pacífico. De manos de los portugueses la caña de azúcar llega a Brasil, los franceses la introducen en sus colonias del Océano Indico y los holandeses en las Antillas, a finales del siglo XVII la producción y el consumo de azúcar de caña se encontraba extendido prácticamente por todo el mundo.

1.4.2 Definición.

El bagazo de caña de azúcar es un material lignocelulósico, constituido principalmente por celulosa, hemicelulosa; y ligadas fuertemente a la lignina, el bagazo de caña se obtiene como subproducto o residuo en los centrales azucareros después de la extracción del jugo de caña de azúcar, y representa aproximadamente entre el 25 y 40 % del total de la materia procesada; dependiendo del contenido de fibra de la caña y la eficiencia en la extracción del jugo.

1.4.3 Aplicaciones.

Tradicionalmente en los centrales azucareros este desecho se quema como una forma de limitar su disposición final, desperdiciando un elemento de tan valiosa importancia para diversas industrias, como la fabricación de papel, producción de alimentos balanceados para animales y elaboración de aglomerados para la construcción; industrias en las cuales se usa actualmente el bagazo de caña, pero no en todo su potencial.

1.4.4 El bagazo de caña en el Ecuador.

En el Ecuador existen cultivadas 79.913 Ha de caña de azúcar con una producción bruta de 5 618 045 TM (Tonelada métrica), con un rendimiento promedio de 70/30 TM/Ha El bagazo es uno de los residuos agrícolas más abundantes con una producción anual estimada de 158.000 toneladas, obtenidas de los seis ingenios azucareros existentes en el Ecuador y de otros productores pequeños.

En el Ecuador el bagazo de caña es un residuo obtenido en la industria azucarera, aproximadamente se obtiene 158.000 Toneladas de este producto, y actualmente este es usado en varios campos como: Elaboración de balanceados para animales, pulpa de papel, etc. El ocupar este residuo en toda su capacidad es una opción ante la

sobreproducción del mismo, y además; se evitaría la importación de 150 millones de dólares de celulosa y hemicelulosa a nuestro país.

1.4.5 Composición.

El bagazo de caña tiene en su composición 20% de lignina y 80%, entre celulosa y hemicelulosa, por lo que varias investigaciones han propuesto el uso de diversos microorganismos como cepas fúngicas degradadoras de lignina.

1.4.6 Propiedades físicas y químicas del bagazo.

El bagazo está integrado por tres componentes principales:

- El recubrimiento, en el que se incluye la epidermis; la corteza y el periciclo.
- Los mazos de fibra vascular, entre los que figuran las células conductoras de pared delgada; asociadas con fibras de pared relativamente con estrecho lumen.
- El tejido básico (parénquima) o médula, con mazos de fibra distribuidos irregularmente.

Tabla 2. Propiedades químicas de las fracciones del bagazo de caña.

Bagazo de caña	Entero	Fibra	Medula
Solubilidad en éter (%)	0.25	0.12	2.5
Solubilidad en alcohol-benceno (%)	4.1	1.8	2.8
Solubilidad en agua caliente (%)	2.5	0.9	1.9
Lignina (%)	20.2	20.8	20.2
Pentosas (%)	26.7	27.9	28.4
Hemicelulosa (%)	76.6	77.8	77.7
Alfa celulosa (%)	38.1	42.4	34.8
Ceniza (%)	1.67	0.7	2.29

Fuente: *Universidad Central del Ecuador/*scribd.com/doc/26085572/PROYECTO-BAGAZO-DE-CAÑA.

1.5 Granos de trigo.

1.5.1 Historia.

El trigo es uno de los granos más abundantes en el mundo, tiene sus orígenes en la antigua Mesopotamia; el grano de trigo tiene sus evidencias arqueológicas más antiguas ubicadas en las ciudades de Siria, Jordania, Turquía e Irak; que datan de hace 8000 años aproximadamente, en el trigo silvestre ocurrió una transformación que dio por resultado una especie de planta tetraploide, la cual contenía semillas de mayor tamaño que debido a su peso; dificultaba la dispersión de las semillas en el suelo por medio del viento.

Se consiguió mayor eficiencia en la producción de trigo, al ser cultivado por el hombre; ya que esta planta no se habría desarrollado de una manera exitosa al crecer por medios naturales, este proceso antropológico se le denominó como una verdadera revolución agrícola, la cual fue llamada creciente fértil.

Las prácticas agrícolas necesitan un cuidado de manera continua, lo que produjo una atención y organización con respecto al clima, y por lo tanto a las estaciones; lo que obligó a ciertas sociedades a guardar provisiones para cubrir necesidades en épocas de escasez, y es cuando el trigo emplea un papel muy importante, ya que puede ser almacenado por temporadas considerables.

El gobierno romano subsidiaba el trigo a la gente de menores posibilidades, de tal manera que se pudieran mantener; regulaba su trituration y producción racionándolo, era una actividad muy común, por lo tanto se fabricaron hornos y molinos diseñados para obtener una mayor cantidad de materia prima.

1.5.2 Definición.

Es una planta gramínea anual, de la familia del césped; estos granos contienen espigas que luego de un proceso de trituration y molido, como subproducto se obtiene la harina, la cual es la base de varios alimentos; su nombre científico es el *Triticum vulgare*, es uno de los cereales más producidos globalmente.

Triticum es un vocablo latino que significa triturado o quebrado, esto hace referencia al proceso que se le debe dar al trigo; para separar el grano de la cascarilla que le cubre, ya que es necesario transformarlo en harina, para poder procesarlo y que sea consumido.

1.5.3 Clasificación científica.

Tabla 3. Clasificación científica del trigo.

Reino:	<i>Plantae.</i>
División:	<i>Magnoliophyta.</i>
Clase:	<i>Liliopsida.</i>
Orden:	<i>Poales.</i>
Familia:	<i>Poaceae.</i>
Subfamilia:	<i>Pooideae.</i>
Tribu:	<i>Triticeae.</i>
Género:	<i>Triticum L.</i>

Fuente: www.es.wikipedia.org/wiki/Fungi.

1.5.4 Composición química.

“El grano maduro del trigo está formado por: hidratos de carbono[...], compuestos nitrogenados [...], lípidos (ac. Grasos: mirístico, palmítico, esteárico, palmitooleico, oléico, linoléico), sustancias minerales (K, P, S, Cl) y agua, junto con pequeñas cantidades de vitaminas (inositol, colina y del complejo B), enzimas (B-amilasa, celulasa, glucosidasas) y otras sustancias como pigmentos.”³

1.6 Arroz.

1.6.1 Descripción del arroz.

Su nombre científico es *Oryza sativa* de la familia de las gramíneas, es uno de los cereales que se encuentra con más frecuencia en el consumo de la población; después del trigo, el arroz es el cereal más producido en el mundo; una gran parte del contenido mundial, se encuentra en el continente asiático, ocupando en el mundo una

³GARZA, Ana, El Trigo, www.monografias.com.

superficie de 142.842.000 Ha (hectáreas), el éxito de la producción de arroz a nivel mundial, se debe a que se adapta a muchos tipos de suelo y a diversas condiciones climáticas; incluso es la única planta que se puede desarrollar en terrenos inundados.

Este cereal se produce en pequeñas y grandes superficies de terreno, su rendimiento depende de la técnica, el tratamiento y la tecnología; que aplica cada país a esta actividad, dependiendo mucho de los sistemas de cultivo.

El arroz ha tenido que ser modificado por varias industrias, convirtiéndolo en un producto enriquecido debido a su carencia de vitaminas, el trigo supera al arroz en su valor proteico, sin embargo, su valor nutritivo es muy alto.

El arroz en muchos países reemplaza al pan, es utilizado en la elaboración de cerveza que se coloca un porcentaje a la malta y es mezclado, en Asia el arroz se utiliza para preparar alcohol, como es el caso del sake; reconocido en la ciudad de Japón.

1.6.2 Clasificación del arroz.

Existen muchas especies de plantas de arroz, algunas han sido modificadas para agregar alguna propiedad a cierta variedad de arroz; pero cada una de las variedades pertenecen generalmente a un grupo o zona geográfica, existe un grupo denominado *Indica* que crece en regiones tropicales de Indochina, India, Filipinas, México y una parte de Estados Unidos.

“Grupo *Japónica*. Es el arroz que se cultiva en las regiones subtropicales de Japón, Corea, zona del Mediterráneo, oeste de los Estados Unidos y parte de Sudamérica.

Por último tenemos al grupo *Javánica* que se da en las zonas donde se encuentra Indonesia y Burma.”⁴

Las características del cultivo se diferencian en los distintos grupos, variando así su ciclo vegetativo, por ejemplo en la zona *Japónica* es más corto que en las otras zonas, también su tolerancia o respuesta al fertilizante va a depender de la zona y las condiciones climáticas que brinde la misma al cultivo.

⁴PARSONS, David, *Arroz/manuales para educación agropecuaria: producción vegetal*, número 11, Editorial Trillas, México. 1993, p.11. ilustr.

1.6.3 Morfología.

La planta de arroz mide entre unos 50 cm y 150 cm de altura, su ciclo se lo puede considerar anual; al germinar esta planta, aparece una raíz pequeña que es la raíz primaria y por consiguiente aparecen dos raíces laterales.

Luego aparecen distintas partes de la planta que se mencionan a continuación:

Hipocótilo, Nudo basal, Macollamiento, Macolla, Tallo, Hojas, Última hoja, Base de la hoja, Lígula, Aurícula, Planta de arroz madura.

Luego de este proceso de crecimiento es seguido por la inflorescencia, que es de tipo panoja, es un conjunto de espigas o racimos que nacen de un mismo tallo y que se ramifican dando lugar a nuevos racimos.

“El arroz en la etapa de inflorescencia tiene un tamaño entre 15 y 40 cm de largo con una cantidad de espiguillas entre 50 a 300, lo más normal es que tenga un número de 100 espiguillas, además la panoja puede ser de dos tipos: abierta o también compacta, puede ser recta o colgante dependiendo de la variedad.”⁵

Aparece también la panoja con la arista o barba, que depende mucho del temporal; es la parte de la inflorescencia donde el número de espiguillas va a depender mucho de la variedad del arroz, la espiguilla cuenta con una flor hermafrodita, lema, palea, grano y grano desnudo.

1.6.4 Fisiología.

La fisiología del arroz depende muchísimo de las condiciones ambientales a las que esté sometido, en cada etapa se ve favorecida por una cierta condición ambiental específica, por ejemplo; en la etapa de germinación necesita una temperatura de 12°C (centígrados) para que la germinación sea exitosa, el arroz es una especie que no demanda mucha presencia de oxígeno, por lo cual puede desarrollarse en condiciones acuáticas, no exige la presencia de luz en esta etapa, y si las condiciones son favorables, este cereal puede germinar en el plazo de una semana.

⁵PARSONS, David B. *Arroz/manuales para educación agropecuaria: producción vegetal*, número 11, Editorial Trillas, México. 1993, p.14. ilus.

La segunda etapa llamada macollamiento, depende de la distancia entre plantas, mientras mayor sea la distancia, mayor número de macollas van a existir, se originan entre el nudo basal y los nudos inferiores, para que sea exitosa esta etapa, es muy importante eliminar las plántulas antes del trasplante y mantener la temperatura en un rango entre 15 y 30°C, este proceso se ve afectado negativamente, cuando existe una excesiva presencia de agua y cuando la temperatura sobrepasa el rango estipulado.

En los días cortos el arroz tiene una florescencia temprana, la duración del día depende de la temperatura a la cual esté sometido en ese momento, este proceso se denomina fotoperiodismo.

Luego viene la etapa de polinización, una parte pequeña se autopoliniza, el polen queda descubierto de cinco minutos hasta cincuenta horas, este puede ser transportado por el viento o con la ayuda de algunos insectos, la floración se da básicamente en la mañana y en algunas horas de la tarde; la mayor parte de las flores se abren durante el mediodía, la espiguilla se abre de media hora a 2 horas aproximadamente y la temperatura más conveniente para esta etapa es de 30°C.

Por último tenemos la caída o desprendimiento del grano, cuando existen cambios bruscos en las condiciones climáticas, se acelera este proceso, y si no se cosechó en el momento adecuado, se puede perder gran parte de la producción.

1.6.5 Cascarilla de arroz.

La cascarilla de arroz es un subproducto resultante del proceso de obtención del grano de la planta de arroz, este residuo se genera en grandes cantidades en las empresas arroceras, en nuestro caso se obtiene en mayor proporción en la zona del litoral costero.

La cascarilla de arroz es un residuo, que no se degrada fácilmente, debido a su alta cantidad de fibra, por lo tanto se ha tratado de usar como combustible y como materia prima para formar materiales de construcción.

1.6.5.1 Propiedades físicas de la cascarilla de arroz.

1.6.5.1.1 Tamaño de la cascarilla.

“El tamaño de la cascarilla, tiene un rango entre 5 y 11mm de longitud; este rango depende mucho de la variedad del arroz, su grosor es la tercera o cuarta parte de su longitud; su peso puede variar entre 2,5 y 4,8mg y está relacionado con las dos variables mencionadas anteriormente.”⁶

1.6.5.1.2 Densidad de la cascarilla.

Existen tres tipos de densidades en el arroz, la densidad a granel; que es la masa de la cascarilla, la cual equivale a un metro cúbico, esta densidad es importante en el transporte de la misma, ya que suele ser costoso, por lo tanto se le ha dado un tratamiento para minimizarla y el más efectivo es la compactación al estrujarla con los pies, con lo cual se puede transportar hasta 180kg por metro cúbico.

La densidad aparente que está definida por la relación masa, volumen, y significa que una cascarilla al estar expuesta al agua la absorbe lentamente y luego se hunde debido a la cantidad enorme de poros microscópicos que contiene este residuo.

1.6.5.1.3 Conductividad de la cascarilla.

Se utiliza en un porcentaje para mezclarlo con la materia prima en la construcción, ya que posee una capacidad aislante efectiva; la conductividad térmica por esta ocasión se menciona con la constante K, se asemeja a la de un corcho granulado o a la de una lana mineral, la cascarilla de arroz tiene una conductividad térmica de $K= 0.03605$

1.6.5.1.4 Equilibrio del contenido de humedad.

La cascarilla tiene un bajo contenido de humedad y siempre absorbe el agua hasta encontrar un equilibrio entre su contenido de agua y la humedad relativa del aire, según estudios cuando la humedad relativa del aire tiene unos porcentajes de (40%,

• ⁶S/A, *Características técnicas de la cascarilla de arroz*, 2012, www.google.com.

60%, 80%, 90%), el contenido de agua de la cascarilla que se refiere al peso húmedo de la misma, tiene un porcentaje de (8.0%, 10.5%, 12.2%, 14.6%) respectivamente.

1.6.5.1.5 Dureza de la cascarilla.

La cascarilla de arroz presenta una dureza referenciada en la escala de Mohs, que es una relación de diez materiales ordenados en función de su dureza de menor a mayor; propuesta por el geólogo Alemán (Friedrich Mohs), y se basa en el principio de que una sustancia dura puede rayar a una sustancia más blanda, pero no puede ocurrir lo inverso; presenta una dureza de 6 y la ceniza de la cascarilla presenta una dureza de 6.5 que fusionada con la estructura con la que está recubierta, tienen una textura similar a la de un papel de lija.

1.6.5.2 Propiedades químicas de la cascarilla.

1.6.5.2.1 Composición química de la cascarilla.

“La cascarilla de arroz presenta una composición química respecto al peso de la misma, donde se distribuyen los materiales; se realizó un análisis de más de veinte variedades de cascarilla de arroz y se pudo determinar la siguiente composición.”⁷

Tabla 4. Composición química de la cascarilla.

Elemento	Unidad	Peso de la cascarilla
Carbono (C)	%	39-42
Oxígeno (O)	%	32-34

• ⁷S/A, *Características técnicas de la cascarilla de arroz*, 2012, www.google.com.

Minerales	%	14-24
Hidrógeno (H)	%	4-5
Nitrógeno (N)	%	0.3-2

Fuente: S/A, Uso racional de energía en molinos de arroz en Colombia, 1990.

1.6.6 Proceso de extracción del arroz y separación de la cascarilla.

Una vez que se recoge la planta mediante la cosechadora, se procede a la trilla, que es el proceso donde se separa la planta del grano; después el grano de arroz se transporta a la piladora, en este lugar el arroz pasa por una serie de procesos hasta alcanzar el producto final; en primer lugar el grano se somete a un proceso de secado hasta alcanzar una humedad de mínimo el 11,5%, luego pasa a un clasificador para eliminar materiales gruesos y residuos indeseables.



Foto 1: Tolva.



Foto 2: Máquina clasificadora del arroz.

Fuente: Los autores.

Este grano pasa al descascarador, esta máquina cumple la función de separar la cáscara del arroz del grano por medio de rodillos que funcionan con una presión de aire, donde su abertura depende del flujo del arroz; luego pasa al ciclo aventador, donde el grano que aún tiene cáscara, se somete a ventiladores; que por acción del aire separa el grano.



Foto 3: Descascarador.



Foto 4: Cicloaventador.

Fuente: Los autores.

Se filtra por última vez el arroz en la mesa separadora, donde por acción de la gravedad el grano cae, separándose de la cáscara, quedando listo para pasar a la pulidora y al polichador, donde se limpia con agua y aceite para que termine con un color claro y reluciente para la venta al público.



Foto 5: Mesa separadora.



Foto 6: Polichador.

Fuente: Los autores.

Los residuos que se obtienen al finalizar el proceso son: cascarilla de arroz y polvillo, los productos que se generan son: El grano de arroz entero y el arrocillo que se utiliza en balanceado para animales, se visitó una piladora con el nombre de piladora Angelita, ubicada en el kilómetro 37 vía a Daule; donde se trabaja diariamente unos 300 a 400 sacos de arroz no procesado, cada uno con un peso de 93,18Kg aproximadamente, de un saco se obtiene 56,81kg de arroz, 3,63Kg de arrocillo, 25,90Kg de cascarilla y 6,8Kg de polvillo.

La producción diaria de cascarilla de arroz es mínimo de 7772,72kg y representa el 27,80% del peso total producido.



Foto 7: Recopilación de la cascarilla de arroz
Fuente: Los autores.

1.6.7 Producción de arroz en el Ecuador.

“El arroz es el cultivo que ocupa la mayor superficie del territorio ecuatoriano, según los datos del Censo Nacional Agropecuario realizado en el año 2002, se sembró sobre una superficie de 340.000 hectáreas por 75.000 unidades de producción, de los cuales el 80% son productores de hasta 20 hectáreas.”⁸

En el año 2007 la producción de arroz alcanzó una cifra de 1.73 millones de Toneladas métricas (INEC–2007, MAGAP–SIGAGRO), la zona donde se concentra la producción de este grano en el Ecuador es la costera; la mayor concentración de este cultivo se presenta en la provincia del Guayas y de los Ríos con un 83% del total del territorio, en menor proporción se reparte en las estribaciones andinas y en la Amazonía

1.7 Fermentación en estado sólido (FES).

La fermentación en estado sólido (FES) se puede describir como el desarrollo de microorganismos en sustratos sólidos o semisólidos en ausencia de agua libre, esto significa que el sustrato no está disuelto ni en suspensión en una cantidad considerable de agua, (Viniestra Gonzales en 1997) lo definió como “un proceso microbiológico comúnmente en la superficie de materiales sólidos, que tienen la propiedad de absorber y contener agua; con o sin nutrientes solubles.”

⁸DELGADO, Freddy. *Arroz en el Ecuador*, Manual agrícola de los principales cultivos del Ecuador, INIAP Instituto Nacional de Investigaciones Agropecuarias, www.ecuaquimica.com/info_tecnica_arroz.pdf

Las ventajas de utilizar este proceso se debe a que se puede realizar en condiciones naturales (Nigam and Singh, 1994), el medio de cultivo generalmente son residuos agrícolas con nutrientes abundantes y necesarios, este proceso; al no contener una gran cantidad de agua, se reduce la proliferación de bacterias y levaduras.

Se tienen desventajas en el tiempo de fermentación, es más largo, ya que se utilizan microorganismos que presentan bajas velocidades en su crecimiento, se tiene problemas a la hora de controlar ciertos factores como el pH, temperatura, contenido de humedad y la concentración del sustrato y del producto.

1.8 Reino Fungi.

1.8.1 Distribución.

“Se estima que existen aproximadamente 1,5 millones de especies de hongos (Hawksworth, 1981) y de estas solo cerca de 80.000 especies han sido descritas hasta el momento (Kirk et al. 2001), Se estima que en el Ecuador [...], se tendrían aproximadamente 100.000 especies de hongos de las cuales solamente 5000 son conocidas (T. Laessle, com. pers. 2003).”⁹

1.8.2 Características.

La gran variedad de especies que existen en el Reino Fungi, tanto los macro como los microorganismos, juegan un papel muy importante en los procesos biológicos que generalmente existen en nuestro planeta, algunos de ellos se encuentran presentes en organismos vivos o muertos, actuando sobre ellos y formando sustancias que benefician en muchas ocasiones al huésped en el que se encuentran y lo ayudan a cumplir funciones que no pueden desarrollar por sí mismos, estos organismos pueden ser parásitos o saprófitos; ya que necesitan muchas veces de otros organismos para subsistir, los hongos suelen tener una parte vegetativa; y es la que se encarga de la nutrición enterrada sobre materia orgánica presente en el suelo, o sobre organismos vivos o muertos como se explicó anteriormente; los hongos grandes como las setas o en el caso de los parásitos microscópicos, tienen su parte reproductora descubierta en contacto con el aire, que no es el caso de las trufas y

⁹ S/A, *Reinos Protocista, Fungi y Plantae, Botánica Sistemática Ecuatoriana*, www.google.com

criadillas de tierra que se alimentan de las raíces de vegetales mayores y por lo tanto tienen sumergida toda su estructura en el suelo.

Los hongos al carecer del compuesto llamado clorofila, no pueden realizar el proceso de fotosíntesis; esto los obliga a tener una vida heterótrofa, sin embargo; se puede encontrar una gran diferencia entre los órganos que cumplen la función de tener una vida vegetativa y los órganos reproductores, los primeros suelen ser filiformes o en forma de hilo; y se juntan o entrelazan para dar lugar a las hifas, que es la unidad vegetativa en la estructura de los hongos y que por último forman el micelio o cuerpo del hongo.

“Una cantidad muy pequeña de los hongos son omnívoros, es decir que son capaces de alimentarse de materia animal y vegetal; generalmente son más abundantes los plurívoros, que se pueden ubicar en ciertos substratos.”¹⁰

La distribución geográfica de este Reino, está determinada por la repartición de ciertos animales y plantas superiores, aunque por otra parte; las condiciones ambientales son un factor significativo en el momento de su asignación, sobre todo el clima y la altitud; se puede argumentar que la relación entre la cantidad de géneros y especies de un determinado lugar a otro es mayor cuando las condiciones ecológicas son variadas.

1.8.3 Clasificación Taxonómica.

La clasificación del Reino Fungi depende mucho de ciertas condiciones que reúnen algunas especies, unas se reúnen por ser heterótrofas; por su presencia de esporas, por la ausencia de cuerpos complejos con órganos, o porque en su pared celular contienen cierta cantidad de quitina.

Este proceso es muy complejo, ya que se han encontrado muchas semejanzas entre las especies de un grupo y de otro; pero una forma de clasificarlos es la siguiente:

• ¹⁰CABRERA, Ángel, *Historia Natural*, V.4 Ediciones Océano Éxito, Barcelona, España, 1984, 383.p 26, 27.

1.8.3.1 *Mixomicofitos.*

“Este orden comprende los mixomicetes o micetozoos (animales hongos), como también se los conoce, se caracterizan porque en el periodo puramente vegetativo forman capas protoplasmáticas con núcleos en mayor o menor número, pero sin envuelta celulósica o quitinosa; además, son móviles.”¹¹

Estas especies viven en el suelo, que es abundante en materia orgánica; la cual utilizan para nutrirse sobre todo cuando está presente en residuos vegetales en proceso de descomposición, pocas veces viven en un ambiente acuático; en este grupo encontramos a la familia de las plasmodioforales, contienen pies falsos que sirven para movilizarse o también lo pueden hacer por medio de contracciones del protoplasma, son especies parásitas que buscan un medio con una baja cantidad de humedad y con abundancia de luz para su reproducción.

En la reproducción los plasmodios se dividen en uno o más cuerpos, suspendido por un pie formando un esporangio, durante sus movimientos; atrapan e ingieren todos los gránulos que están en su camino asimilando los que sirven para su nutrición y descartando los que no le sirvan, pueden afectarle negativamente, siendo de su agrado los granulillos y cristales de carbonato de cal, al desarrollarse los esporangios atraen con ellos cierta cantidad de protoplasma y núcleos siendo luego cubiertos por una capa llamada peridio, que generalmente se introduce en los nombrados cristales de carbonato de cal.

Dentro del esporangio ocurre una transformación del protoplasma en una red llamada *capilicio* donde entre sus redes se hospedan las esporas que fueron formadas en el momento en que se dividieron los núcleos, al madurar el peridio se destruye quedando expuestos el *capilicio* y las esporas, el primero tiende a desaparecer y las esporas se distribuyen en el ambiente de una forma esporádica, en ciertos casos; las esporas suelen desarrollar una pestaña o flagelo, dando lugar a una zoospora adquiriendo la habilidad de moverse sin la necesidad de un agente que la transporte, al estacionarse pierden el flagelo y dan lugar a una *mixameba*, las cuales se multiplican por división nuclear, se ha demostrado que algunas *mixamebas* se fusionan en pares, es decir, dos elementos uninucleados se juntan desarrollando otro

¹¹ CABRERA la torre, Ángel, *Historia Natural*, V.4 Ediciones Océano Éxito, Barcelona, España, 1984, 383.p.29.

con dos núcleos, y estos por fusión o división dan lugar a nuevos núcleos lo cual se considera una reproducción sexual.

Cuando existe una señal de reproducción sexual, ocurre una reunión de *mixamebas* que forman un plasmodio de mayor tamaño y multinucleado; este plasmodio absorbe otros elementos uninucleados conducidos a una vacuola pulsátil para ser digeridas.

Las *mixamebas* al encontrarse en un ambiente poco favorable forman un quiste para esperar una época más calmada sin perder la vitalidad como espora.

En algunos mixomicetes las esporas nacen en la superficie de los esporangios agarrados por un pequeño péndulo, en otros casos; al no existir una zoospora que pueda transportarse por sí sola, nace una *mixameba* de la espora inmóvil, juntándose en grupos abultados que se asemejan a un plasmodio, los que solo se reproducen al encontrarse con una determinada colonia de bacterias, como las cromógenas y sus esporangios, se caracterizan por tener el mismo color vivo y agradable en algunos casos.

“Los mixomicetes son hongos muy pequeños, no más de uno a tres milímetros; pero sus esporangios, reunidos en el lugar donde se asentó el plasmodio, forman grupitos de algunos milímetros de extensión, el plasmodio puede alcanzar de dos a tres decímetros.”¹²

Existen varios ordenes principales con cientos de especies, la mayor parte son cosmopolitas; uno de los ejemplos de estas especies es el mixomicete productor o también llamado hernia de la col, su nombre científico es *Plasmodiophora brassicae* pertenece al orden de los plasmodioforales, se asemeja mucho a la forma de un tumor, esta enfermedad se basa en la multiplicación de tejidos que terminan por descomponerse; siendo invadida por bacterias y hongos saprófitos.

¹² CABRERA la torre, ángel, *Historia Natural*, V.4 Ediciones Océano Éxito, Barcelona, España, 1984, 383.p.30



Foto 8: *Plasmodiophora brassicae*.

Fuente: DOMINGUEZ, Gracia, GRABOWSKI, Michelle, *Plagas y enfermedades de las plantas cultivadas*.

Otra especie que se encuentra dentro de las fisarales que son mixomicetes es la flor de curtidurías o flor del tanino, se caracteriza por tener colores pardo o violeta, su nombre científico es *Fuligo séptica*, o *Aethalium septicum*, de un color amarillo vivo, que contienen pies falsos que sirven para transportarse, generalmente se encuentra en invernaderos; afectando a las plantas cultivadas, es una especie sensible a la luz y a la humedad, y digieren compuestos orgánicos cuaternarios.



Foto 9: *Fuligo séptica*.

Fuente: BAKER, Herbert, *Fuligo séptica*, asturnatura.com, 2009.

1.8.3.2 Eumicófitos.

1.8.3.2.1 Los Ficomicetes.

Es una especie de hongos muy abundante, cuentan con una reproducción por la copulación de dos órganos diferentes que se los llama gametos o reproducción por huevos, además se multiplican por medio de esporas asexuales que se diseminan en el ambiente, tiene una parte vegetativa sencilla, compuesta por filamentos sencillos,

no tabicados, con una gran cantidad de núcleos, esta especie de hongos está formada por varias familias que se les considera parásitas o saprófitas.

Está formada por tres subclases:

- Las *quitridiomicétidas* son hongos parásitos que se encuentran en las algas, se encuentran también en vegetales superiores originando enfermedades, dentro de esta subclase encontramos las especies del género *Synchytrium* y *Asterocystis*, son especies parásitas que afectan a vegetales superiores causando enfermedades como la del lino o quemadura; que actúa sobre las raíces.
- “Las *oomicétidas* son una escasa especie acuática que viven sobre restos vegetales y animales, dentro de estas especies conocidas encontramos algunos órdenes como los monoblefaridales, los saprolegniales, los peronosporales y los mildius.”¹³
- Las *Zigomicétidas* que contiene el orden de los mucorales o también llamados mohos, viven sobre sustancias orgánicas o seres muertos, muchos de ellos ayudan en el proceso de fermentación, convirtiendo en azúcar algunas sustancias amiláceas y a su vez el azúcar en alcohol, cuentan con dos tipos de reproducción sexual: Por huevo (zigóspora) y asexual por medio de los esporangios, constituida por los entomoftráceos y los basidioboláceos.



Foto 10: *Rhizopus nigricans*.

Fuente: DE LAS MERCEDES, P., *Rhizopus nigricans*, microbiologyonline.org.uk, 2011.

¹³ CABRERA la torre, ángel, *Historia Natural*, V.4 Ediciones Océano Éxito, Barcelona, España, 1984, 383.p.35

1.8.3.2.2 Los Ascomicetes.

En este tipo de hongos, el huevo resultante de la reproducción sexual; se intercambia por un pequeño saco llamado asco, compuesto por la fusión de gámetas uninucleadas, donde sus núcleos se unen para formar las *ascosporas*; mediante la fusión de dos células, el *ascogonio* y *anteridio* que contienen numerosos núcleos femeninos y masculinos.

“Los ascos pueden vivir separados, nadando o flotando en el medio; su aparato vegetativo se encuentra formado por filamentos micelianos tabicados, con células uninucleadas y puede ser este aparato parásito o saprófito.”¹⁴

Puede reproducirse asexualmente mediante los ascomicetes por conidios o esporas asexuales, que germinan y originan un nuevo micelio; estos conidios son también llamados acérvulos o picnidios.

Los ascomicetes cuando son sencillos y aislados se encuentran dentro del orden de los *Sacaromicetales*, si se encuentran en una cubierta carnosa, cerrada inicialmente y después ampliamente abierta; se encuentra dentro del orden de los *discomicetes*, si la cubierta no se abre de una forma normal; se encuentran dentro de los *plectomicetes*, si se abren por un poro en su vértice; se encuentran dentro de los *pirenomicetes* y si viven adheridos a la planta están dentro de los *tafrinales*.

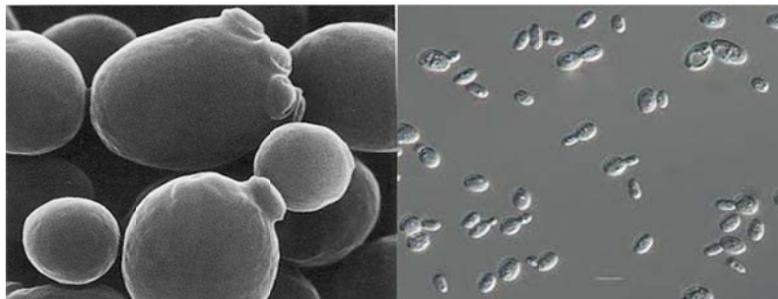


Foto 11: *Saccharomyces cerevisiae*.

Fuente: Derek et al., *Saccharomyces cerevisiae*, andaluciainvestiga.com, 2009.

¹⁴ CABRERA la torre, ángel, *Historia Natural*, V.4 Ediciones Océano Éxito, Barcelona, España, 1984, 383.p.39

1.8.3.2.3 Los Basidiomicetes.

La reproducción sexual de estos hongos es semejante a los hongos anteriores, pues dos filamentos con un núcleo y haploides se juntan para formar una célula constituida por dos núcleos, por encima de esta célula se forma otra, que se conoce con el nombre de basidio, también compuesta por dos núcleos fusionándose estos como en los oomicetes y ascomicetes (Cfr. Supra), convirtiéndose en un huevo, dos divisiones resultantes de este núcleo originan cuatro núcleos hijos, pasando a una basidióspora que se forma sobre el basidio sujetadas por un pequeño esterigma o pie, si el basidio está compuesto por una sola célula los hongos adquieren el nombre de homobasidios y las basidiósporas dan filamentos micelianos; donde se desarrolla un nuevo individuo, cuando el basidio tiene varias células, se llaman heterobasidios y sus basidiósporas emiten un filamento miceliano transitorio que forma esporas secundarias.

Existen tres órdenes dentro de los heterobasidios:

- Los *Ustilaginales* hongos productores de enfermedades se los conoce con el nombre de carbón y caries de los vegetales ya que recubren con un polvo negro las partes infectadas de la planta, ataca generalmente al maíz como la *Ustilagomaydis*, formando tumores en las vainas de las hojas, tallos y mazorcas.
- Los *Uredinales* originado en las royas (enfermedad) de los vegetales, ataca severamente a diferentes tipos de cereales, existen muchos géneros de royas como por ejemplo el género *Puccinia* y el *Uromyces* siendo estos muy dañinos para los cereales.
- Los *Himenciales*, donde se encuentran las diferentes setas comestibles y las especies venenosas, encima del micelio aparecen los cuerpos fructíferos donde la forma varía dependiendo de la especie y conformadas solamente por hifas estructuradas de diferentes modos.

“En la parte llamada sombrerillo, las hifas toman el nombre de laminillas; radiantes y paralelas, casi como las hojas de un libro; en la superficie de las cuales se encuentran los basidios acompañado muchas veces de paráfisis y cistidios. Estos últimos son células bastante grandes, secretoras de agua y mucílago [...]”¹⁵

Los basidios son típicos, formados por un saco que contiene una célula donde se originan las basidiósporas sobre cuatro esterigmas antes de la fusión, dentro del basidio se producen cuatro núcleos destinados a cada una de las esterigmas.



Foto 12: *Pleurotus ostreatus* var. *Florida*
Fuente: Los Autores, mycelia.be

1.8.4 Usos y beneficios.

El Reino Fungi tiene varios usos en procesos fermentativos, medicinales, industriales, estos organismos eran utilizados incluso sin tener una base comprobada, en los procesos de fermentación, son muy importantes para obtener subproductos como la cerveza, el vino o el pan.

Existen algunos tipos de hongos yesqueros que producen un polvo conocido como yesca muy inflamable, que se lo utilizaba antiguamente para encender fuego; generalmente están dentro del grupo de los carpóforos.

Existen hongos que su utilidad es la de brindar luz ya que tienen una propiedad luminiscente utilizado por muchos soldados para guiarse en la noche.

¹⁵ CABRERA la torre, ángel, *Historia Natural*, V.4 Ediciones Océano Éxito, Barcelona, España, 1984, 383.p. 49.

A través del *Penicillium spp* se ha logrado grandes avances médicos, se logró crear antibióticos fúngicos; que ayudó a controlar la alta tasa de mortalidad infantil que existía en el pasado, el antibiótico es muy cotizado y sigue ayudando a curar algunas enfermedades en la actualidad, la ciclosporina es otro antibiótico fúngico interesante, existen algunas especies de hongos que producen taxol que es un anticancerígeno, otros han sido aplicados en la medicina popular como los cuescos de lobos y hongos afines utilizados como antihemorrágicos.

“Otras especies de hongos producen micotoxinas que envenenan los alimentos y aflatoxinas, que han sido utilizadas como armas de guerra biológica.”¹⁶

Los hongos en calidad de descomponedores presentan un papel fundamental en diferentes nichos ecológicos, sobre todo en el bosque; ya que reciclan la materia orgánica enriqueciéndola y brindando fertilidad en el suelo, lo negativo de estos organismos es que también son capaces de descomponer construcciones, embarques, cualquier tipo de material, como el papel; y algunos alimentos volviéndose muy resistentes, obligando a controlarlos por medios químicos y con enlatados en el caso de los alimentos y refrigerándolos para evitar su colonización.

Existen hongos comestibles como es el caso de los conocidos champiñones y algunas especies de *Pleurotus*, otros hongos sirven para darle un sabor especial a ciertos alimentos como es el caso de las levaduras en diferentes tipos de queso.

1.8.5 Hongo *Pleurotus ostreatus*.

Los hongos *Pleurotus ostreatus* pertenecen a la clase de los basidiomicetes, al orden de los *Himoniales*, son hongos comestibles, también llamados superiores; son considerados hongos de pudrición blanca que facilitan la biodegradabilidad de los substratos lignocelulósicos en alimentos con un agradable sabor, también tiene la propiedad de producir importantes metabolitos que sirven para la nutrición y para ciertas terapias, a pesar de que es ajeno al proceso de fotosíntesis, este hongo conserva la proteína en un rango considerable de tiempo y espacio incluso es

• ¹⁶ GALLEGO, Eduardo y otros, *Hongos beneficiosos y perjudiciales*, Universidad de Almería, www.ual.es/GruposInv/myco-ual/beneperj.htm

superior a otras fuentes de proteína animal, la tecnología empleada para permitir el desarrollo del hongo es simple, y se puede utilizar diversos sustratos orgánicos; que pueden ser cosechados en regiones de clima tropical.

*“Los hongos *Pleurotus* obtienen los materiales necesarios para su nutrición en el proceso de degradación que realizan a los compuestos formados por lignina y celulosa, por lo que les es posible desarrollarse sobre madera o materiales similares a este, a diferencia de otras especies de hongos, que necesitan que el sustrato del cual se van a alimentar esté parcialmente degradado.”¹⁷*

Se puede decir que existe una sucesión ecológica dentro del sustrato ya que algunos hongos degradan inicialmente el mismo y al suceder esto suelen aparecer otras especies de hongos, que se pueden alimentar de ese sustrato a medida que se va degradando, como resultado de esa degradación el pH de ese medio cambiará de alcalino a ácido.

Los tejidos vegetales tienen una pared celular compuesta por celulosa, hemicelulosa y el compuesto lignina, sustancias consideradas muy complejas, que son resistentes a los procesos de degradación; y solo con la acción de ciertas especies de hongos y bacterias se puede conseguir, esto se debe a que estos micro y macroorganismos poseen enzimas que rompen estas moléculas complejas y liberan la celulosa y la hemicelulosa del compuesto lignina, de todas estas sustancias, la más resistente a la degradación es la lignina; y según como actúen los hongos sobre este compuesto, se los ha podido clasificar en hongos de pudrición blanca y hongos de pudrición oscura; los hongos de pudrición blanca son capaces de degradar completamente la lignina, y son consideradas especies lignocelulóticas; mientras que los hongos de pudrición oscura degradan parcialmente la lignina aunque son capaces de liberar celulosa y hemicelulosa que la aprovechan.

Las especies de *Pleurotus* son capaces de degradar desechos o residuos agroindustriales considerados inservibles y muchas veces causan problemas.

¹⁷ DONOSO, Carlos, *Influencia de la luz en la composición lipídica y proteica del *Pleurotus ostreatus* var. Florida*, Escuela superior politécnica de Chimborazo, Riobamba Ecuador, 1999.

1.8.5.1 Variedades.

Una gama grande de hongos que son saprófitos, además comestibles; se les da el nombre de *Pleurotus*, donde mediante simulaciones en laboratorio se ha logrado asemejar las condiciones favorables para su crecimiento, sustrato, condiciones ambientales, etc. Esta especie de hongo es muy diversa debido a que cuenta con varias características, como sus colores, amarillo, gris, oscuro e incluso se han encontrado especies de color rosado; también se caracteriza por tener diversas formas.

“Una gran cantidad de especies de hongos poseen una o varias sombrillas, no contiene anillo ni volva, posee laminillas que se extienden en forma de alas por encima del tallo, sus esporas son blancas, viven a expensas de la lignina de la madera y son especies parásitas que actúan sobre diversas umbelíferas, poseen un pie más o menos desarrollado, excéntrico con frecuencia.”¹⁸

Las especies de *Pleurotus* se encuentran en todos los continentes por lo que se les considera cosmopolitas, y por la adaptación a las condiciones meteorológicas; se los puede encontrar en diversos tipos de clima como se describe a continuación:

- En los climas templados, sobre todo en época invernal; encontramos el *Pleurotus colombinus* con una temperatura de 10 a 20°C.
- En un clima templado, encontramos al *Pleurotus pulmonaris*, *sajor-caju*, *florida*, *cornucopiae* y *Pleurotus eryngii* con una temperatura entre 15 y 25°C.
- En zonas tropicales encontramos al *Pleurotus cystidiosus*, *Pleurotussalmoneo*, y al *Pleurotus ostreatus* var. *Florida* especialmente en el continente asiático.

¹⁸CULTIVO DE SETAS INDUSTRIALMENTE. <http://www.infoagro.com/forestales/setas.asp>

1.8.5.2 Descripción macroscópica.

1.8.5.2.1 Sombrero.

Entre 5 y 15 cm., aunque en ocasiones alcanza dimensiones mayores. Evolucionan de liso a convexo y posteriormente a plano convexo, con forma de ostra, de ahí su nombre. De color muy variable, desde gris claro hasta marrón oscuro, pasando por todas tonalidades intermedias, a veces con reflejos azulados. Margen delgado y enrollado del mismo color que el sombrero.

1.8.5.2.2 Láminas.

Las láminas son en un principio blancas, pasando a cremas cuando los ejemplares maduran. Son apretadas y desiguales, con lamélulas, muy decurrentes.

1.8.5.2.3 Pie.

Muy corto, a veces casi ausente; insertándose entonces el sombrero directamente en el sustrato.

1.8.5.2.4 Carne.

“Es de color blanco con algunos tonos crema cuando esta mojada. Olor y sabor fúngicos agradables. Coreosa y algo dura en el pie y en el sombrero, cuando los ejemplares son viejos.”¹⁹

1.8.5.3 Descripción Esporádica, química y macroscópica.

La carne se cambia a un color pardo-rosado cuando reacciona con el ácido sulfúrico, y toma tonalidades verde-azuladas cuando reacciona con el hidróxido potásico. Las láminas con la sulfovainillina se ponen de un color rojo-violeta, la esporada es de un

• ¹⁹ COSTA, Josué y JIMENEZ, J., Guía micológica, www.amanitacesarea.com/pleurotus-ostreatus.html.

color blanco cremoso, los basidios son: Tetraspóricos, claviformes y largos. Carece de cistidios en las láminas y la cutícula presenta fibulas.

1.8.6 Localización.

Esta especie se desarrolla casi siempre en troncos o tocones de frondosas, en fase de descomposición, aunque a veces puede comportarse como parásita. Donde más frecuentemente la hemos encontrado ha sido en hayedos, pero también es capaz de colonizar otras especies (Robles, chopos, olmos etc.). Suele crecer en grupos apretados de forma cespitosa, estando unos ejemplares junto a los otros y a veces unidos por el pie.

1.8.7 Factores ambientales que influyen en el desarrollo de los hongos.

1.8.7.1. Factor Temperatura.

El desarrollo de diversos microorganismos se encuentra influenciado por la temperatura, por lo cual se ha podido identificar a diferentes microorganismos que se desarrollan mejor en distintos rangos como por ejemplo, los psicrófilos que lo hacen en temperaturas menores a 20°C, encontrándolos en zonas de clima templado; los mesófilos que se desarrollan mejor en un rango de temperatura entre los 20 y 30°C, se pueden encontrar en regiones de clima cálido y por último los termófilos que se desarrollan en un rango mayor a los 38°C, una temperatura que solo se encuentra en condiciones extremas.

“La temperatura es fundamental en el proceso de fermentación realizado por los microorganismos, de esto depende la velocidad de crecimiento de los mismos, cuando la temperatura es extrema mueren, mientras que a temperaturas muy bajas inhibe su crecimiento.”²⁰

-
- ²⁰RODRÍGUEZ, N, ZULUAGA, J, Cultivo de *Pleurotus pulmonarius* (Ir). Cenicafé, 45: 81-92:1994.
 - SATO, K., NAGATANI, M., NAKAMURA, S. *Growth estimation of Candida lipolytica from Oxygen Uptake in a solid State Culture with Force Aeration. J. Ferment. Technol.* 61: (6) 623-629:1983.
 - VALENCIA, S. *Aprovechamiento biotecnológico de los residuales de maíz mediante el cultivo de hongos comestibles Pleurotus ostreatus var. florida*. Tesis previa a la obtención del título de Doctora en Bioquímica y Farmacia, Facultad de Ciencias -ESPOCH. Riobamba. 2003.

Se debe evitar los cambios de temperatura en este tipo de procesos ya que existen microorganismos muy sensibles, al realizar este tipo de procesos nos debemos fijar en que el calor acelera las reacciones metabólicas mientras que el calor extremo produce una inactivación de las enzimas y por lo tanto disminuye la producción de biomasa.

No se puede generalizar una temperatura para el desarrollo de todos los hongos ya que cada especie se adapta mejor a un cierto rango, en el caso del hongo *Pleurotus ostreatus*, la temperatura óptima se encuentra en un rango entre 25 y 30°C tanto en la fase vegetativa y 30° C en la fase de fructificación, si el calor es adecuado en el crecimiento esta especie, se observa los resultados de ese control en la morfología del organismo y se puede conseguir la máxima calidad en el producto.

1.8.7.2 Factor humedad.

Este factor es decisivo en el desarrollo de esta especie, la humedad relativa se presenta como un factor determinante el rango ideal está comprendido entre 70 y 75%, también influye mucho la humedad del substrato, la cual debe ser la adecuada para que se facilite la nutrición del hongo.

1.8.7.3. Fuente de carbono.

Es uno de los constituyentes elementales de los microorganismos, al no realizar el proceso de fotosíntesis, no pueden obtener energía del sol así que obtienen su energía de compuestos orgánicos y carbono a diferencia de los organismos fotosintéticos, que subsisten de la oxidación de compuestos inorgánicos; uno de los compuestos más usados es el dióxido de carbono, donde obtienen el carbono celular, los microorganismos tienen una capacidad degradadora importante hasta el punto en que no existen compuestos orgánicos que no puedan ser utilizados como fuente de energía y de carbono, aunque se debe adicionar una fuente de energía con cantidades de carbono aceptable para obtener un rendimiento eficiente.

1.8.7.4. Concentración de nitrógeno.

El nitrógeno es muy importante para el crecimiento de los organismos, en condiciones controladas el nitrógeno puede ser añadido en forma de sales de amonio y de nitrato, en el caso de la industria se debe utilizar otro tipo de fuentes mas comerciables como son semillas de maíz, de algodón, urea, harina de soya y pescado que son fuentes ricas en nitrógeno.

1.8.7.5 Dióxido de carbono.

El dióxido de carbono es notable en el funcionamiento de los hongos comestibles, se realizaron estudios en la especie *Agaricusbisporus* y llegaron a la conclusión de que niveles de dióxido de carbono menores al 0.1% pueden retrasar el desarrollo de esporóforas y una reducción de las mismas al inicio, se ha comprobado que los estudios realizados en este hongo comestible pueden ser relacionados con otros tipos, en el caso del hongo *Pleurotus ostreatus* es necesario que los niveles de dióxido de carbono sean muy similares a los niveles del aire normal que generalmente están en un rango entre 0.40 y 0.60%, cuando se cultiva estos hongos es necesario realizar una remoción del dióxido de carbono ya que afecta la producción de biomasa al ser creado en el proceso de fermentación.

1.8.7.6 Factor Luz.

La reacción de los hongos a la luz, tanto visible como ultravioleta; se puede definir de tres tipos: inhibitoria es decir que no permite el crecimiento del hongo o retarde el mismo, trófica que transfiere energía al organismo e inductiva favoreciendo al hongo en su iniciación en las etapas de maduración de estructuras reproductoras incrementando la cantidad de las mismas, generalmente los que más se favorecen de este factor son los hongos pertenecientes a la clase de los Basidiomicetes que degradan compuestos lignícos.

La luz es importante considerarla en cantidad y calidad sobre todo en las etapas en las que maduran y fructifican, en el caso del hongo *Pleurotus ostreatus* se ha demostrado que es necesario exponer al organismo a un fotoperiodo de 12 horas diarias de luz con una intensidad de 500 lux aproximadamente seguido de un periodo

de descanso del hongo con 12 horas de oscuridad, la presencia o ausencia de luz es fundamental para que los hongos puedan realizar una degradación significativa de los compuestos.

1.8.7.7 Factor pH.

El control del potencial hidrógeno es muy importante en el crecimiento de los microorganismos, es un indicador para seleccionar el sustrato en donde se va a desarrollar el hongo, un pH ligeramente ácido se considera un medio idóneo para el desarrollo de estos organismos, muchos hongos comestibles durante el proceso de fermentación crean metabolitos que disminuyen el pH del medio en el que se encuentra.

“En el caso del hongo *Pleurotus ostreatus* el pH óptimo para su crecimiento se encuentra en un rango comprendido entre 5.5 y 6.6 que se considera un pH ligeramente ácido, además de elementos en distintos porcentajes como el nitrógeno que necesita un 1% del peso del sustrato húmedo, fósforo, potasio, azufre, etc.”²¹

1.8.8 Usos potenciales.

1.8.8.1 Alimenticio.

Es comprobado según estudios realizados por especialistas, los hongos generalmente contienen de un 19 a un 35% de proteínas que se pueden aprovechar en el hongo cuando está libre de humedad, a diferencia de los vegetales, tanto frutas como hortalizas, que tienen entre un 7.3 a un 12% exceptuando la soya, es un grano rico en proteína y contiene un 39.1%, por otra parte productos como la leche, carne y los

-
- ²¹RODRÍGUEZ, N. ZULUAGA, J. Cultivo de *Pleurotus pulmonarius* (Ir). Cenicafé, 45: 81-92:1994.
 - SATO, K., NAGATANI M., NAKAMURA S. *Growth estimation of Candida lipolytica from Oxygen Uptake in a solid State Culture with Force Aeration. J. Ferment. Technol.* 61: (6) 623-629:1983.
 - VALENCIA, S. *Aprovechamiento biotecnológico de los residuales de maíz mediante el cultivo de hongos comestibles Pleurotus ostreatus var. Florida*, Tesis previa a la obtención del título de Doctora en Bioquímica y Farmacia, Facultad de Ciencias -ESPOCH. Riobamba. 2003.

huevos contienen entre un 25 y 90% de proteína, se ha demostrado que el nivel de aminoácidos moléculas que son precursoras de los aminoácidos como la lisina y el triptófano en el *Pleurotus ostreatus* es menor a los de los aminoácidos presentes en los huevos de gallina.

“Desde el punto de vista dietético el Pleurotus es una importante fuente de vitaminas, tiene un valor energético entre 150 y 350 kilocalorías por kilogramo dependiendo del tipo de Pleurotus, la cantidad de ácidos nucleídos que contiene no representa ningún peligro para el que quiera disponer de este producto lo que le hace tolerable e inocuo, permitiendo que se le agregue a la dieta diaria.”²²

Comparando con la carne de res el hongo *Pleurotus* por cada 100g de valor nutricional es igual o similar a 250g del valor nutricional de la carne de res con la diferencia que esta última es considerada negativa para la salud si se la consume en exceso por el ácido úrico y porque el cuerpo del ser humano está diseñado para consumir en mayor cantidad vegetales que carne, en el continente Europeo y Asiático ha sido introducido este hongo en la gastronomía para la creación de diversas recetas.

Además, este hongo es un productor de ergosterol, que es un precursor de la vitamina D₂ que ayuda en la calcificación de los huesos y aumenta la dureza de los dientes, se ha demostrado que el hongo *Pleurotus ostreatus*, cuando es cultivado en ausencia de luz; aumenta la producción de ergosterol sobre todo en los cuerpos fructíferos.

-
- ²²VALENCIA, S. *Aprovechamiento biotecnológico de los residuales de maíz mediante el cultivo de hongos comestibles, Pleurotus ostreatus var. florida*. Tesis previa a la obtención del título de Doctora en Bioquímica y Farmacia, Facultad de Ciencias -ESPOCH. Riobamba. 2003.

Tabla 5. Características principales del *Pleurotus ostreatus* en comparación con otros alimentos.

INDICES	Huevo Entero	Carne Res Fresca	Vegetales Hojas	Carne Pollo Fresca	Merluza	Leche	<i>Pleurotus Ostreatus</i>
Energía Kcal/100g	166.0	117.0	21.0	165.0	84.0	55.0	345.0
Humedad %	72.7	74.6	93.2	70.6	78.5	89.7	92.06
Proteína verdadera % b.s.	13.0	20.6	2.2	18.2	19.3	3.1	28.15
Grasas % b.s.	12.0	4.0	0.2	10.2	0.8	2.8	2.93

Fuente: ICIDCA (1999).

Un hongo *Pleurotus* tiene mejor sabor y se digiere mejor, su degustación varía según la especie y la madurez de la sombrilla, los factores que influyen en la calidad del sabor son el substrato y la temperatura a la que está expuesto, si la temperatura alcanza niveles excesivos disminuye la calidad del sabor.

Al agregar a la dieta estos hongos se puede conseguir una fuente de aminoácidos esenciales importantes, en el caso de *Pleurotus ostreatus* var. *Florida*, se ha demostrado que al ingerir 3584g de hongos secos o 4366g de hongos frescos, se ingieren 10g de proteína con 3170mg y 4320mg de aminoácidos esenciales respectivamente; también los hongos proporcionan vitaminas necesarias como el complejo B, vitaminas A, D, C y minerales.

Tabla 6. Contenido de aminoácidos en *Pleurotus ostreatus*.

AMINOÁCIDOS NO ESENCIALES		AMINOÁCIDOS ESENCIALES		Patrón de referencia de la FAO (1985)	Puntaje químico (%)
Ácido Aspártico	120.50	Histidina	28.60	19	150
Serina	48.36	Treonina	51.25	34	150
Ácido Glutámico	211.33	Tirosina	35.96	63	57
Glicina	47.45	Valina	51.28	35	146
Arginina	70.70	Metionina	21.16	25	84
Alanina	64.15	Lisina total	72.09	58	92
Prolina	30.55	Isoleucina	43.32	28	154
Cistina	16.40	Leucina	71.57	66	108
Lisina disponible	56.36	Triptófano	19.61	11	178
Fenilalanina	51.10				

Fuente: Mayela et al. (1999)

1.8.8.2 Medicinal

Estudios recientes han demostrado que algunas especies de hongos como el *Pleurotus ostreatus* tienen efectos anti tumorales, es decir, previenen y retardan la formación de tumores o reducen el tamaño de los mismos, debido a que contiene una gran cantidad de polisacáridos, de estructura molecular compleja, crean células de defensa combatiendo a las células cancerígenas sin tener efectos secundarios sobre el paciente.

Se ha demostrado que la especie *Pleurotus* contiene en su micelio una cantidad diversa de polisacáridos los cuales sirven para activar ciertos sistemas de defensa que pueden contribuir como coadyuvante en el tratamiento de enfermedades de deficiencia inmunológica; y de origen autoinmune, al contar este hongo con polisacáridos de bajo peso molecular y sustancias parecidas a la Zeatina que contiene citoquinina parecidas a las fitohormonas, le brinda la propiedad de tener efectos antivirales sin ningún tipo de efecto contraproducente en la persona tratada.

Los hongos comestibles al disponer de ácido glutámico brindan un efecto favorable en el sistema inmunológico estimulándolo, tienen concentraciones altas en las setas.

Estos hongos tienen propiedades antiinflamatorias, y tienen una excelente capacidad fungicida y antibiótica que puede ser muy útil en el control de enfermedades y de plagas en las plantas, los compuestos aromáticos volátiles también presentan sustancias antibióticas que combaten la actividad bacteriana y por lo tanto cuentan con propiedades antiinflamatorias contra agentes infecciosos, que se presentan en gran parte de Setas y *Pleurotus* que les brinda el aroma y el sabor característico de estas especies.

El consumo con frecuencia de estos hongos disminuye los ácidos grasos en la sangre y el colesterol en el hígado, esto se demostró con experimentos en ratas de laboratorio y se pudo concluir que cuenta con un efecto antiterogénico favoreciendo la prevención de enfermedades cardiovasculares al aumentar la relación fosfolípidos-colesterol.

Se encontró en los cuerpos fructíferos de *Pleurotus ostreatus* una sustancia llamada lovastatin o lovastanina que ayuda a bajar el colesterol, los triglicéridos y las lipoproteínas de baja densidad, en Estados Unidos se aprobó el uso de esta sustancia por la FDA (Administración de comida y droga), para tratar enfermedades como la hipercolesterolemia; definido como la presencia de colesterol en la sangre por encima de los niveles considerados normales.

“En otras pruebas a ratas de laboratorio que fueron alimentadas con setas deshidratadas se demostró que hubo una reducción de grasas a nivel histológico en comparación con las ratas de control, logrando también una protección de la estructura hepática de hasta un 40%, asegurando un efecto hepatoprotector.”²³

Al disminuir el colesterol de la sangre, tienden a disminuir la presión arterial, por lo tanto se considera que tienen un efecto antihipertensivo, además de tener propiedades

-
- ²³ HONGOS COMESTIBLES Y SUS APLICACIONES <http://www.conabio.gob.mx/biodiversitas/hongos.htm> 2003-05-21
 - Ethanol industry Outlook 2007, Building New Horizons". Renewable Fuels Association (RFA), 2008. http://www.ethanolrfa.org/objects/pdf/outlook/RFA_Outlook_2007.pdf

antioxidantes con la creación de bio-antioxidantes que ayudan a mantener saludable al cuerpo humano.

1.8.9 Hongo *Pleurotus ostreatus* var. *Florida*.

“El nombre científico es *Pleurotus ostreatus* var. *Florida*, se lo conoce también como seta, hongo ostra, orejas blancas, oreja de palo, etc. Es un hongo comestible considerado con un alto valor proteico (Cfr. Supra), se desarrolla en condiciones húmedas y a una temperatura entre 27 y 30°C, a continuación vamos a describir su taxonomía.”²⁴

1.8.9.1 Taxonomía

Tabla 7. Taxonomía del hongo *Pleurotus ostreatus* var. *Florida*.

REINO	<i>Fungi</i>
SUBREINO	<i>Fungi Superior</i>
CLASE	<i>Basidiomicete</i>
ORDEN	<i>Himenciales</i>
FAMILIA	<i>Pleurotuaceae</i>
GÉNERO	<i>Pleurotus</i>
ESPECIE	<i>ostreatus</i>

²⁴HONGOS COMESTIBLES Y SUS APLICACIONES <http://www.conabio.gob.mx/biodiversitas/hongos.htm> 2003-05-21

1.9.1 Microbiología.

Esta ciencia se destaca en el estudio de los microorganismos, estos seres se componen de un grupo grande y extenso que pueden existir ya sea como células aisladas o asociadas, dentro de esta rama también incluye a los virus que a pesar de no tener células son organismos microscópicos, las células microbianas solo pueden vivir asociadas a organismos multicelulares eso es lo que les hace diferentes a las células animales o vegetales.

Los microorganismos tienen la capacidad de realizar los procesos necesarios para su crecimiento, pueden por sí solos generar energía, además reproducirse, existan o no existan células del mismo tipo o de otra clase.

Estudia también el funcionamiento de las células vivas, los microorganismos especialmente las bacterias son un grupo muy importante en diversas áreas, en general de su diversidad, su origen, su evolución en el tiempo, explica porque y como fueron apareciendo este tipo de organismos, la función de los mismos en el planeta, tanto en la sociedad como en los seres humanos, vegetales y animales.

La microbiología genera instrumentos fundamentales que facilitan la investigación de los diferentes procesos vitales que se dan en la naturaleza, el conocimiento avanzado de las bases físicas y químicas se lo debemos al estudio de los diferentes microorganismos, debido a que las células microbianas comparten muchas propiedades bioquímicas con las células de organismos pluricelulares, además las células microbianas pueden alcanzar un número considerable en cultivos realizados en laboratorio y se manipulan con facilidad en procesos bioquímicos y genéticos y así simulan el comportamiento de organismos superiores para entenderlos mejor.

La microbiología está inmersa en campos como la medicina, agricultura y la industria, resolviendo inconvenientes prácticos que estas áreas pudieran tener; estos organismos son causantes de las más importantes enfermedades que poseen los hombres, animales y plantas, además son muy importantes para descomponer sustancias; que pueden brindar fertilidad en el suelo y en la producción de animales domésticos, también los encontramos en la producción de antibióticos, como es el caso de la penicilina, en la producción de proteínas o en procesos biotecnológicos como transformación de alimentos y procesos de biorremediación.

1.9.2 Bacterias.

“Estos organismos son muy pequeños, son seres procariotas de estructura simple y primitiva que no contienen núcleo, pero su especie es muy diversa y cumplen una función importantísima en el planeta ya que descomponen o destruyen la materia orgánica.”²⁵

Pasteur enunció, “Si los seres microscópicos desapareciesen de nuestro globo, la superficie de la Tierra se llenaría de materias orgánicas muertas y de cadáveres de todos géneros (vegetales y animales)”, estos microorganismos brindan al oxígeno sus propiedades comburentes no se asimila la vida sin estos seres microscópicos, se considera a las bacterias como elementos de disgregación, son un componente fundamental en la agricultura; ya que al mineralizar y gasificar a la materia orgánica brindan fertilidad al suelo.

Las bacterias son unicelulares, no poseen clorofila y buscan materia orgánica ya formada para obtener la energía calorífica que necesitan para sobrevivir, en su protoplasma existen pigmentos o granulaciones micrométricas, como la volutina, rica en nitrógeno o el glucógeno rico en azufre, aunque no posee cubierta celular el protoplasma puede contraerse; lo que causa su movilidad ya que emite unas pestañas movibles que al ser agitadas pueden trasladarse de un lugar a otro, se reproducen por medio de una división que en la mayoría de los casos es cruzada, esta es muy veloz, existe un ejemplo para aclarar su reproducción, en un centímetro cúbico de leche existen 9.000 bacterias incubado a una temperatura de 35° C, puede aumentar su colonia a 50.000 bacterias y en un tiempo de veinticuatro horas puede aumentar a un número de 50.000.000 de bacterias.

Las bacterias son endógenas, debido a que las esporas se desarrollan en el interior del protoplasma, dejándolas libres por una abertura, gracias a su naturaleza deformable en una misma especie pueden existir bacterias de varias formas, esta propiedad depende muchísimo del medio en el que se desarrolla, además de la temperatura; por ejemplo, el frío la mantiene en un estado latente el cual se activa al aumentar la

• ²⁵CABRERA, la torre, Ángel, *Historia Natural*, V.4 Ediciones Océano Éxito, Barcelona, España, 1984, 383.p. 15

temperatura aunque al llegar a niveles críticos puede matarlas; la luz solar inhibe algunas bacterias patógenas que sin la presencia de la misma se reproducirían y causarían mucho daño, los medios químicos que se utilizan para dos funciones unos favorables para su reproducción y otros perjudiciales como es el caso de los desinfectantes, las bacterias se diferencian unas de otras ya que algunas especies se desarrollan mejor en medios oxigenados llamadas aerobias y otras en ambientes libres de oxígeno llamadas anaerobias.

1.9.2.1 Clasificación.

Las bacterias se pueden clasificar según su forma o funcionamiento, estos organismos se han clasificado en varios órdenes no definidos totalmente pero podemos encontrar a los Eubacteriales, Pseudomonadales, Beggiatoales, Espiroquetales, Mixobacteriales, etc. Describiremos a continuación algunas bacterias que por su efecto se las considera importantes, y las más temibles son las patógenas.

1.9.2.1.1 El bacilo del Carbunco.

Su nombre científico es *Bacillus anthracis* llamada así porque las investigaciones realizadas a esta bacteria fue el inicio de la bacteriología terapéutica que brinda grandes beneficios curativos.

Este bacilo fue descubierto por los científicos Rayer y Devaine causante de la enfermedad del carbunco que se encuentra generalmente en el ganado vacuno, el medio de transmisión es el mosquito, también se obtiene esta enfermedad por ingerir animales que han muerto por esta enfermedad, la cura la demostró un veterinario Melun Rossignol que al obtener un bacilo atenuado resultante de someter al bacilo a 42° C por algunos días, este bacilo atenuado tiene una eficacia preventiva sobre el bacilo carbuncoso resolviéndose ese problema.

1.9.2.1.2 Bacteria de la Difteria.

“Su nombre científico es *Bacterium diptheriae*, esta enfermedad es muy usual en niños e incluso en adultos; causa dos enfermedades la primera es llamada angina

gangrenosa diftérica y el crup, y se destacan por ocasionar la misma y única dolencia en diferentes lugares bien localizados.”²⁶

1.9.2.1.3 Bacteria de la fiebre tifoidea.

Su nombre científico es *Bacterium typhosum*, descubierta por el Dr. Eberth en 1881 que solo parece causar efecto en el hombre, se puede encontrar en las excreciones y saliva, incluso de personas sanas que son inmunes a esta enfermedad llamados portadores.

Esta bacteria tiene la forma de un bastoncillo rodeado por ambos extremos, tiene una longitud de dos a tres milésimas de milímetro, está compuesta de diez a doce flagelos con las cuales se puede movilizar con mucha velocidad.

1.9.2.1.4 Bacteria de la Tuberculosis (TB).

Su nombre científico es *Bacterium tuberculosis* de Koch, que hasta mediados de siglo era una epidemia catastrófica en el planeta, pero por fortuna se descubrió el antibiótico en 1943 por el Dr. Selman A. Waksman llamado estreptomycin que ayudó a disminuir la mortalidad por causa de esta enfermedad.

1.9.2.1.5 Bacterias de las fermentaciones.

Las bacterias son autoras muy importantes de muchas de las fermentaciones que existen, un ejemplo es el estiércol que es utilizado como abono y se puede dar ese uso gracias a bacterias que oxidan los materiales presentes, dejando libres principios minerales que pueden ser asimilables desprendiendo también algunos gases como el metano (CH₄), una bacteria muy conocida es la *Bacillus lacticus* que se encarga de la fermentación de la leche, en la fabricación de vinagre, encontramos a la *Micrococcus aceti* o *Mycodema aceti* que se ha demostrado que es perjudicial en el proceso de obtención del vino, dentro de la naturaleza son muy importantes también las bacterias nitrificantes, ya que brindan nitratos; y de esa forma es como consiguen los vegetales el nitrógeno que es vital para su crecimiento, también encontramos la

• ²⁶CABRERA, la torre, Ángel, *Historia Natural*, V.4 Ediciones Océano Éxito, Barcelona, España, 1984, 383.p.21

Micrococcus ureae y muchas otras que producen la fermentación amoniaca, transformando la urea.

1.9.2.1.6 Bacterias sulfurosas y ferruginosas.

Estas bacterias sulfurosas llamadas también sulfurarias son bacterias aerobias y oxidantes, en ecosistemas acuáticos con características ferruginosas con abundante materia orgánica encontramos bacterias con gran cantidad de óxido de hierro las cuales tienen la capacidad de transformar en compuestos solubles algunos compuestos de hierro y manganeso o también los pueden precipitar, los géneros más conocidos son la *Cladothrix*, *Crenothrix* y *Leptothrix*, y dentro del orden de las sulfurarias encontramos a la *Beggiatoa alba* que cumple la función de fijar el azufre descomponiéndolo del hidrógeno sulfurado.

CAPITULO II
MATERIALES Y
MÉTODOS

2.1 Caracterización de microorganismos en los residuos lignocelulósicos tratados.

2.1.1 Regeneración de los microorganismos.

En este proceso se utiliza agua peptonada (Merck, 1994), para este estudio se aplica Peptona de gelatina, la cual es obtenida por digestión pancreática y se prepara a través de una hidrólisis de gelatina mediante pancreatina.

2.1.2.1 Preparación.

Materiales.

- Tubos de ensayo.
 - Frascos de vidrio.
 - Agua peptonada.
 - Balanza digital.
 - Agitador.
 - Papel aluminio.
 - Agua destilada.
 - Micropipeta.
 - Cajas Petri.
-
- Se prepara 6,75g de agua peptonada en 450ml de agua destilada, se distribuye de la siguiente manera; 90 ml se destinan a dos frascos de vidrio; donde se va a introducir el residuo agroindustrial y el resto se coloca en tubos de ensayo, 9ml en cada tubo, para posteriormente realizar las diluciones seriadas.
-
- Se esteriliza el material, el medio de regeneración y los medios de cultivo, con la ayuda de un autoclave; es el método que más se utiliza, se somete a una presión de 15 PSI (Pounds per Square Inch) unidad de presión cuyo valor equivale a 1 libra por pulgada cuadrada, y a una temperatura de 121°C, se retira el material y los medios de cultivo, cuando los instrumentos alcanzan una temperatura manipulable; se introduce 10g de las muestras (cascarilla de

arroz y bagazo de caña) en los frascos con 90 ml de agua peptonada y se agita por 10 minutos con el objetivo de enriquecer los microorganismos presentes en estos dos residuos.



Foto 13: Introducción de las muestras bagazo de caña y cascarilla de arroz en los frascos con agua peptonada.

Fuente: Los Autores.

- Se transporta los materiales y los medios a la cámara de flujo laminar, es una técnica que permite controlar la contaminación que proviene del aire; mediante dos procesos simultáneos, el paso del aire a través de filtros absolutos y regulación del aire de filtrado y dirección del mismo. Se utiliza el método de dilución serial donde se introduce con la ayuda de una micropipeta 1ml de la solución patrón (el agua peptonada con los residuos) en un tubo de ensayo con 9ml de solución pura y se obtiene una dilución seriada de 10^{-1} , se repite el proceso hasta alcanzar una dilución seriada de 10^{-5} , en cada muestra.
- Por último se aplica la técnica de siembra por vertido en placa, se coloca 1ml de la dilución en una placa Petri estéril y se añade el medio de cultivo estéril en la misma, se incuba a 37°C (Louis Pasteur) hasta que la colonia se desarrolle.

2.1.2 Bacterias.

Materiales:

- Cajas Petri de plástico.
- El asa para bacterias
- El kit para la tinción de Gram
- Goteros de vidrio
- Portaobjetos y cubreobjetos
- Autoclave
- Mechero con alcohol

2.1.3.1 Preparación de Medios de cultivo.

1. El medio de cultivo que se utiliza es el Agar para coliformes Chromocult este medio de cultivo es selectivo, porque favorece el desarrollo de un microorganismo específico y suprime el crecimiento de otro (MERCK 1994), la identificación simultánea de coliformes totales y *E. coli* se hace posible por la combinación de patente solicitada y dos sustratos cromógenos, El sustrato Salmon-GAL es escindido por la enzima β -D-galactosidasa característico de coliformes y provoca una coloración roja en las colonias. Debido a que el *E. coli* escinde tanto Salmon-GAL como X-glucorónido, las colonias se tiñen de violeta azul oscuro.
- Se disuelve 2,65g del medio en 100ml de agua destilada, se diluye el medio de cultivo hasta que adquiera un color transparente, se autoclava por 15 minutos a 121°C.
 - En la cámara de flujo laminar se coloca las placas Petri con la colonia y con la ayuda de un hisopo de algodón, se aplica la técnica de estrías empleada para inocular medios de cultivo (Granados, 1998) sobre la caja que contiene el medio de cultivo selectivo Chromocult, se incuba las cajas a 37°C (Louis Pasteur) hasta que se desarrolle la colonia.

2. Otro medio de cultivo selectivo que se utiliza es el Agar Cetrimide selectivo para *Pseudomonas* según (BROWN y LOWBURY, 1965), sirve para conseguir una notable inhibición de la flora acompañante perjudicando mínimamente el desarrollo de las *Pseudomonas aeruginosa*.
 - Se prepara 44,5g por litro y se añade 10ml de glicerina por cada litro de solución, se autoclava durante un tiempo de 15 minutos a una temperatura de 121°C.
 - En la cámara de flujo laminar se coloca las placas Petri con la colonia, con la ayuda de un hisopo de algodón se aplica la técnica de estrías empleada para inocular medios de cultivo (Granados, 1998), sobre la caja que contiene el medio de cultivo selectivo Cetrimide, se incuba las cajas a 37°C (Louis Pasteur) hasta que se desarrolle la colonia.
 - Un indicio que nos presenta este medio de cultivo para intuir que existe la presencia de este microorganismo, se debe a que la Pseudomona forma un pigmento verde azulado y es fluorescente a la luz UV.
3. Se prepara placas Petri con Agar Nutritivo, este medio debe contener peptona y extracto de carne, es útil para aislar bacterias, se disuelve 4.6g en 1 litro de agua destilada, se autoclava el medio a una presión de 15 PSI y a una temperatura de 121°C, en la cámara de flujo laminar se coloca las placas Petri con la colonia, y con la ayuda de un hisopo de algodón se aplica la técnica de estrías sobre la caja con el medio de cultivo mencionado, se incuba a 37°C (Louis Pasteur) hasta que se desarrolle la colonia.
4. Se prepara agar TSA (Tryptona Soya Agar) por el contenido de peptona soja y peptona de caseína resulta una aportación nutritiva que permite el desarrollo óptimo de un gran número de microorganismos, tanto exigentes como no exigentes.

5. Se prepara 20g en 500ml de agua destilada y se autoclava a una presión de 15 PSI y una temperatura de 121°C, en la cámara de flujo laminar se coloca las placas Petri con la colonia y con la ayuda de un hisopo de algodón; se aplica la técnica de estrías sobre la caja con el medio de cultivo mencionado, se incuba a 37°C (Louis Pasteur) hasta que se desarrolle la colonia pura.

2.1.3.2 Tinción diferencial de Gram.

“La tinción diferencial requiere más de un tipo de colorante y se utiliza para distinguir entre varios tipos de células bacterianas. Una tinción diferencial típicamente consiste de tres pasos principales:

En primer lugar se utiliza un colorante primario para teñir a todas las células en la tinción; el paso siguiente es el de decoloración, el cual remueve el colorante solo de ciertos tipos de células y finalmente un colorante de contraste que tiñe las células recién decoloradas, pero no tiene efecto sobre las células que aún retienen el colorante primario”. (Hans Christian Gram, 1884).

2.1.3.2.1 Preparación.

1. Elaborar preparaciones fijas de las bacterias a observar.
2. Añadir 1 ó 2 gotas de cristal violeta a la preparación, hasta que se cubra por completo. Dejar actuar el colorante durante 1 minuto.
3. Una vez transcurrido el tiempo, lavar la preparación con la pizeta sobre el recipiente de plástico para tinciones.
4. Agregar 1 ó 2 gotas de solución lugol a la preparación, y dejar actuar 1 minuto. Transcurrido el tiempo, lava.
5. Con cuidado, añadir gota a gota el alcohol-acetona lavando la preparación durante 10 segundos.

6. Añadir el colorante de contraste, safranina (1 ó 2 gotas) y dejar actuar durante 30 segundos. Lava con la pizeta.

7. Se coloca una gota de aceite de inmersión sobre el cubreobjetos y se procede a identificar al microorganismo en el microscopio.

2.1.4 Hongos.

2.1.4.1 Preparación del medio de cultivo.

Se prepara Agar-Patata-Glucosa sus siglas en inglés (Potato Dextrose Agar), (BEEVER, R., BOLLARD, E., 1984) que es rico en hidratos de carbono debido a la infusión de patata, gracias al bajo valor del pH la flora bacteriana de acompañamiento queda parcialmente inhibida en su desarrollo. Es un medio general para aislar la mayoría de hongos, para prepararlo se disuelve 7,8g del medio de cultivo en 200ml de agua destilada; se autoclava a una presión de 15 PSI y a una temperatura de 121°C.

Una vez que las colonias de hongos se desarrollan en la siembra por vertido, que se realiza inicialmente con la ayuda del agua peptonada y el medio de cultivo; se distingue las colonias por su color, textura y forma; y se procede a aislar en placas Petri con un medio estéril (PDA) y se incuba, según las recomendaciones de la sociedad española de enfermedades infecciosas y microbiología clínica en el 2003, la temperatura ideal para la mayoría de hongos se encuentra en un rango entre 20 y 30°C, en este estudio se consideró la temperatura de 25°C, luego se observa el desarrollo de la colonia de cada hongo encontrado.

Las colonias de hongos tienen un desarrollo significativo en un periodo de 5 a 7 días después de comenzar la incubación.

Para observar en el microscopio, se toma una pequeña porción de la colonia del hongo y se coloca en el portaobjetos, seguido de una gota de azul-metileno para facilitar la identificación de la estructura; al final se introduce el cubre objetos encima de la muestra.

2.1.5 Microorganismos encontrados en los residuos.

2.1.5.1 Bacterias.

2.1.5.1.1 Coliformes totales.

Son un grupo de microorganismos conformado por varios géneros de la familia de las enterobacterias, se encuentran en gran cantidad en el suelo, agua y en el intestino de una gran cantidad de animales de sangre caliente, donde se incluye al hombre.

Son bacterias de morfología bacilar, Gram negativas, aerobias o anaerobias facultativas, oxidasa negativas, no esporógenas y son capaces de fermentar la lactosa con producción de ácido y gas a 37°C en un tiempo máximo de 48 horas (Jay, 1973).

“*E. coli* es un microorganismo que es parte del grupo de coliformes totales pero se diferencia ya que este es indol positivo, es el representante de la mayoría de coliformes fecales denominados coliformes termotolerantes ya que pueden soportar temperaturas hasta de 45°C, son indicadores de calidad ya que son de origen fecal.”²⁷

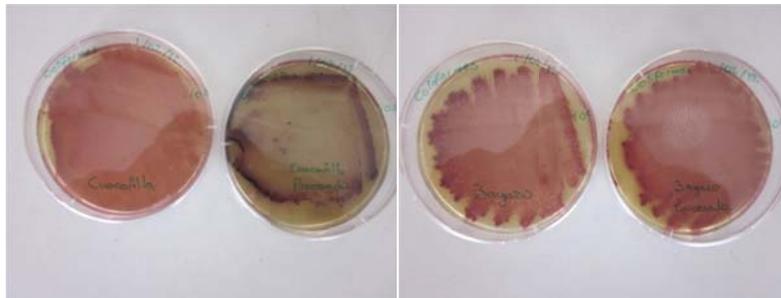


Foto 14: Identificación de coliformes totales y *E. coli* por medio del método de medio de cultivo selectivo.

Fuente: Los autores.

Como se observa en la (foto 14), es posible que exista la presencia de coliformes totales y *E. coli*, en el caso de la cascarilla de arroz es posible que exista la presencia de coliformes totales ya que según la teoría (Cfr. supra) presentan una coloración roja en la colonia, y en el caso del *E. coli* presenta la colonia una coloración violeta

²⁷SOLER, Paola, *Validación secundaria del método del número más probable y recuento en placa profunda para coliformes totales y fecales muestras de alimentos basada en la norma ISO ntc 17025*, Tesis Universidad Javeriana Facultad de ciencias carrera de microbiología industrial, pág. 27, 28, 30, 2006.

azul oscuro, la dilución seriada que mejores resultados presentó para identificar este tipo de microorganismo, es la 10^{-2} .

En el caso del bagazo de caña, es posible que solo exista la presencia de coliformes totales, debido a que la colonia solo presenta una coloración roja.

2.1.5.1.2 *Pseudomonas spp.*

El género *Pseudomona* pertenece a la familia *Pseudomonadaceae*, que se sitúa dentro del orden *Pseudomonadales*.

*“Pseudomonas spp, es un bacilo Gram negativo aerobio; no formador de esporas, las especies de este género son móviles debido a la presencia de uno o más flagelos polares, presentan morfologías en la colonia distintas y pigmentadas, la pioverdina es un pigmento no fluorescente de color amarillo verdoso que está considerado el principal tipo de sideróforo de las especies de Pseudomonas.”*²⁸



Foto 15: Colonia de *Pseudomonas spp.*

Fuente: Los autores.

La colonia en la (Foto 15), presenta un color amarillo verdoso, un olor dulzón que según la teoría, es posible que exista la presencia de *Pseudomonas spp* en la cascañilla de arroz.

²⁸ RUIZ, Lidia, *Pseudomona aeuroginosa*, *APORTACION AL CONOCIMIENTO DE SU ESTRUCTURA Y AL DE MECANISMOS QUE CONTRIBUYEN A SU RESISTENCIA A LOS ANTIMICROBIANOS*, Universidad de Barcelona, Facultad de medicina, pág. 4,8,9, 2007.

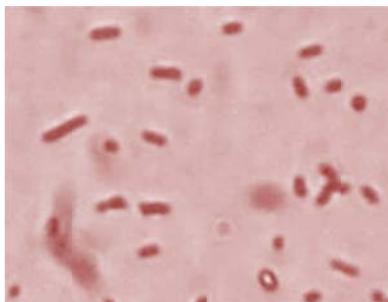


Foto 16: Estructura microscópica de las *Pseudomonas spp.*
Fuente: Los autores.

En la (Foto 16), se observa una estructura plana, alargada, con una coloración rosada; lo que indica que se trata de una bacteria Gram negativa, son características típicas en una colonia de *Pseudomonas spp.*

2.1.5.2. Hongos

2.1.5.2.1 *Penicillium spp.*

Es un microorganismo proveniente del reino fungi, del orden *Deuteromycotina*, de la clase *hyphomycetidae*, del orden *moniliales*, de la familia *moniliaceae* y del género *Penicillium*. (Barnett, 1998).

“Es un hongo filamentoso, heterótrofo, aerobio facultativo, que se desarrolla en un rango de temperatura entre 22 y 30°C y en un pH óptimo de 5.6, además producen sustancias antimicrobianas.”²⁹

Las colonias inicialmente son blancas y vellosas, las esporas son pigmentadas, de color verde, azul verdoso, amarillas, la superficie de la colonia puede ser: Algodonosa, aterciopelada o pulverulenta, presentan exudados en la superficie y pigmentación en el reverso.

Sus características microscópicas consisten en un conidióforo hialino, tabicado libremente y ramificado dando lugar a fialidades bifurcadas con cadenas de esporas.

²⁹BAQUERO, Juan, TORRENEGRA, Rubén y otros, *Un metabolito secundario antibacteriana de Penicillium verrucosum*, Pontificia Universidad Javeriana.



Foto 17: Colonia de *Penicillium spp.*

Fuente: Los autores.

La colonia que se observa en la (Foto 17) presenta un color verde, la superficie de la colonia tiene un aspecto aterciopelado y en el reverso de la caja tiene una pigmentación amarillenta, que son características de una colonia de *Penicillium spp.*



Foto 18: Estructura microscópica de una colonia de *Penicillium spp.*

Fuente: Los autores.

La estructura microscópica que se observa en la (foto 18), presenta un conidióforo hialino, tabicado libremente; se puede evidenciar unas fialidades ramificadas seguidas de esporas agrupadas en forma de cadena, características que generalmente presenta una estructura de *Penicillium spp.*

La colonia del hongo antes descrito se encuentra presente en los residuos, cascarilla de arroz y bagazo de caña; específicamente en las diluciones seriadas 10^{-1} y 10^{-2} .

2.1.5.2.2 *Aspergillus spp.*

“La colonia presenta un color verde-azulado a verde-grisáceo; micelio blanco; reverso incoloro, amarillento, marrón rojizo o verde; textura aterciopelada a flocosa, plana o con surcos radiales”³⁰

La estructura microscópica presenta Cabezas conidiales uniseriadas y predominantemente columnares; estipes hialinos y lisos; vesícula piriforme o en forma de cuchara; fiálides ocupando la mitad o dos tercios de la vesícula. Conidios globosos a ovoides, lisos o ligeramente rugosos como se observa en el (Grafico 1).

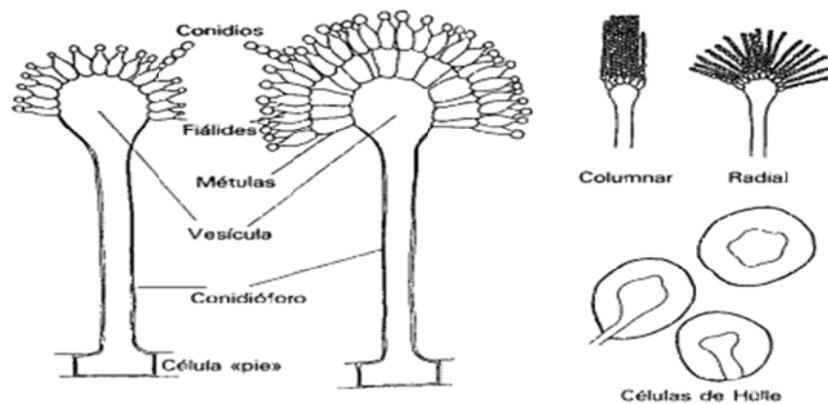


Figura 1: Descripción de la estructura microscópica del *Aspergillus spp.*
Fuente: http://www.seimc.org/control/revi_Mico/asperguillus.html.



Foto 19: Colonia del hongo *Aspergillus spp.*
Fuente: Los autores

³⁰ ABARCA, Lourdes, *Taxonomía e identificación de especies implicadas en la aspergilosis nosocomial*, Revista Iberoamericana de micología, 2000.

La colonia que se observa en la (foto 20), presenta una estructura aterciopelada, pulverulenta de color verde, al reverso es de color verde con surcos radiales, características que presenta una colonia de *Aspergillus spp.*

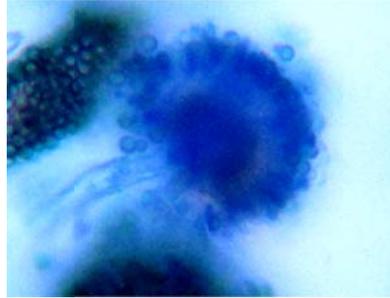


Foto 20: Estructura microscópica de un *Aspergillus spp.*
Fuente: Los autores.

La estructura en la (Foto 21), presenta una vesícula con una morfología piriforme o en forma de cuchara, compuesto de fialidades con conidios ovoides y radiales, características que presenta una estructura microscópica del presente hongo, este microorganismo se encuentra en los residuos cascarilla de arroz y bagazo de caña específicamente en las diluciones seriadas 10^{-1} y 10^{-2} .

2.2 Metodología aplicada

2.2.1 Obtención de la cepa *Pleurotus ostreatus var. Florida.*

La cepa del hongo *Pleurotus ostreatus variedad Florida*, fue cultivada y reproducida en la ciudad de Riobamba, ubicada en el centro geográfico del Ecuador en la cordillera de los Andes a 2.754 msnm, cedida gentilmente por la Escuela Superior Politécnica de Chimborazo para realizar la presente investigación.

2.2.2 Cultivo del hongo *Pleurotus ostreatus var. Florida*

Con la ayuda del asa de platino para hongos, esterilizada mediante el calor generado por la llama de un mechero, se trasplanta el micelio del cultivo puro en 2 tubos con medio PDA inclinado, la técnica se le llama pico de clarín, y se coloca encima de un medio sólido (PDA) en las placas Petri.

Para obtener suficiente micelio del hongo para preparar el inóculo, se trasplanta el cultivo puro en 20 placas de vidrio con 20ml de medio de cultivo sólido PDA, se realiza un agujero en el centro de la placa con la ayuda de un sacabocado estéril con el objetivo de que la colonia se desarrolle de una manera uniforme, se incuba a 25°C (Donoso C, 1999) hasta que se desarrolle la colonia.

En dos o tres semanas aproximadamente el micelio cubre toda la superficie del medio de cultivo presente en la caja, se observa en la (foto 21), que la colonia tiene una textura algodonosa y un color blanco intenso.



Foto 21: Crecimiento de la colonia del hongo *Pleurotus ostreatus var. Florida* en el medio PDA.

Fuente: Los Autores.

2.2.3 Preparación del inóculo.

En el inóculo se utiliza granos de trigo, los cuales siguen un proceso que se describe a continuación:

- Se lavan los granos de trigo para rechazar cualquier residuo extraño, hasta que se observe que el agua quede cristalina.
- Se hidratan los granos de trigo por 24 horas.
- Se elimina el exceso de agua, obteniendo los granos de trigo una humedad del 50 al 60% aproximadamente.
- Los granos de trigo son expuestos a un tratamiento fúngico, que se realiza con el producto recomendado por la empresa de productos agroquímicos ECUAQUIMICA, Vitavax 300, durante un periodo de 10 minutos, luego se elimina el exceso de agua.(Donoso C 1999).

- Se introduce los granos de trigo pretratados en frascos de vidrio de boca ancha con una capacidad de 500ml, se cubre las 2/3 partes del frasco de vidrio que equivale a 200 g del grano húmedo y se tapa con la ayuda de papel aluminio, se utiliza este material ya que es adaptable a la superficie con la que entra en contacto y soporta temperaturas elevadas.
- Se esteriliza en autoclave a una presión de 15 PSI con una temperatura de 121°C durante 90 minutos (Donoso C, 1999), se considera 45 minutos más que en la teoría, en vista que los frascos fueron introducidos en conjunto.
- Se retira los frascos del autoclave y se coloca en un área previamente descontaminada hasta que alcance una temperatura manipulable de 30 a 40°C.
- Se agitan los frascos con el objetivo de separar los granos entre si y favorecer una aireación e hidratación homogénea.

Una vez que se preparan los granos de trigo con un objeto de metal ovoide estéril (cuchara) se toma la cuarta parte del micelio desarrollado en las placas Petri (Donoso C, 1999) debido a que este instrumento facilita la extracción de la colonia por su forma y agarre se deposita sobre el frasco de vidrio con los granos, se mezcla las semillas de trigo con el micelio del hongo, se sella con papel aluminio y por último se presiona con la ayuda de una liga para evitar la contaminación cruzada.



Foto 22: Extracción de la cuarta parte del micelio del hongo e introducción en los frascos de vidrio.

Fuente: Los Autores.

Los frascos preparados se incuban a una temperatura entre 28 y 30°C (Donoso C, 1999), hasta que el micelio recubra todos los granos, y esté listo el inóculo, este proceso se realiza en un periodo aproximado de 30 días.



Foto 23: Inóculo preparado con el micelio del hongo *Pleurotus ostreatus* var. *Florida* y los granos de trigo.

Fuente: Los Autores.

2.2.4 Preparación del sustrato para la siembra del hongo *Pleurotus ostreatus* var. *Florida*.

- Los residuos agroindustriales que se utilizan son: la cascarilla de arroz y el bagazo de caña, el primer residuo se obtiene de las piladoras de arroz ubicadas en la provincia del guayas específicamente en la vía a Daule, y el segundo residuo se obtiene de una molinera ubicada en la parte sur de la ciudad de Cuenca.
- El sustrato se coloca en remojo durante 24 horas para eliminar el polvo y cualquier otro tipo de material que no se vaya a utilizar como alimento para el hongo, los residuos agroindustriales son expuestos a una temperatura de 90°C durante una hora, luego de este proceso se colocan en agua con hielos para provocar un cambio de temperatura con el objetivo de eliminar los microorganismos no tolerantes que estén presentes, a continuación se realiza un tratamiento antifúngico, se utiliza el fungicida recomendado por la empresa de productos agroquímicos ECUAQUIMICA, Captan diluido al 2% durante una hora. (Donoso, C, 1999).

- Se construye una cámara de crecimiento con condiciones asépticas, que consiste en una estructura de plástico que permite controlar las variables que optimizan el crecimiento del hongo en el sustrato y evitar la contaminación. El proceso de FES, se realiza en nuestro domicilio de una forma artesanal para que se pueda aplicaren el lugar donde se produce el residuo agroindustrial y sobre todo sea un proyecto económicamente viable gracias a que se obtiene una biomasa fúngica de sabor agradable y este hongo *Pleurotus ostreatus var. Florida*, al ser un hongo comestible, se convierte fácilmente en un hongo comercializable.
- Las dimensiones de la estructura de plástico, son de tres metros de largo por tres metros de ancho y dos metros de profundidad, se colocan pedazos de alambre galvanizado entre cruzados para sostener la estructura.

2.2.5 Incubación de las fundas con el hongo *Pleurotus ostreatus var. Florida*

2.2.5.1 Parámetros de control.

Tabla 8. Parámetros utilizados para favorecer el proceso de FES.

pH	Los hongos se desarrollan de preferencia en un pH ligeramente ácido entre un 5,5 y 6.
SUSTRATO	Se utiliza 2 kg de sustrato como alimento para el hongo.
CANTIDAD DE HONGO	El inóculo colonizado representa el 10% del total del peso del residuo (200g), lo cual se aconseja, con el fin de contar con suficiente alimento para el hongo. (Donoso C, 1999).
LUZ	Por medio de una lámpara de 500 lux se distribuye la luz de una manera uniforme en todas las muestras.
HUMEDAD RELATIVA HR.	Cantidad óptima entre un 70-80% de humedad relativa en el ambiente.
CO ₂	Cantidades entre 0,40-0,60% (Aire normal), expulsión de CO ₂ , dos veces diarias.
H ₂ O	Entre un 60-70% en el residuo, irrigaciones diarias, tres veces al día.

Fuente: Los Autores.

- Luego de que el residuo se desinfecta, se elimina el exceso de agua hasta alcanzar una humedad aproximada de un 60%; se mezcla con el inóculo y se comienza con el proceso de FES, la cantidad de hongo equivale a un 10% del total del peso del deshecho; se colocan en fundas de plástico de 16 x 24cm y se cuelgan en los alambres que se instalan.



Foto 24: Mezcla del inóculo con el residuo.
Fuente: Los Autores.

- Se suspenden las fundas dentro de la estructura de plástico desinfectada con alcohol y cloro y se introduce dentro de un costado un termohigrómetro para poder controlar la temperatura y la humedad óptimas mencionadas anteriormente, para mantener estas condiciones, se utiliza una cocina y se mantiene prendida para aumentar la temperatura, para controlar la humedad se rocía con agua cada muestra, al aumentar el calor del ambiente, disminuye la cantidad de agua y de esa manera se regula estos parámetros, al tercer día de comenzar el proceso de fermentación sólida, se perfora las fundas, se realizan agujeros de un diámetro de un centímetro para poder expulsar el CO₂ (dióxido de carbono) resultante del proceso y poder hidratar el hongo.
- Se expone al hongo a un fotoperiodo de doce horas de luz, que proviene de una lámpara con una intensidad de 500 lux, que distribuye una luz uniforme a todas las fundas, y de doce horas de obscuridad (Donoso C, 1999), desde las seis de la mañana hasta las seis de la tarde, y viceversa; se hidrata tres veces al día, a las seis de la mañana, a las dos y a las seis de la tarde, a los doce días después de empezar el proceso, se visibiliza al hongo.

- A los 15 días de comenzar el proceso de FES, aparece la unidad microscópica fundamental llamada hifa que se observa en la (foto 25), esta estructura tiene la forma de un filamento tabicado en el exterior de las fundas con bagazo de caña, en las fundas con cascarilla tardó diez días más en aparecer, debido a que es un material difícilmente degradable.



Foto 25: Crecimiento del hongo *Pleurotus ostreatus* var. *Florida* en las fundas.

Fuente: Los Autores.

2.2.6 Cosecha del hongo *Pleurotus ostreatus* var. *Florida*.

Las fructificaciones del hongo alcanzan un crecimiento significativo a los treinta días posteriores al proceso de fermentación sólida, en ese instante se realiza la primera cosecha en las fundas con bagazo de caña, mientras que en la cascarilla de arroz se realiza la cosecha a los 45 días, se obtiene una sola cosecha debido a que en el área de trabajo se detecta indicios de contaminación.



Foto 26: Cosecha del hongo *Pleurotus ostreatus* var. *Florida*.

Fuente: Los Autores.

2.2.6.1 Eficiencia biológica.

Es el resultado de dividir el peso del hongo fresco para el peso seco del substrato por 100 para definir la eficiencia en porcentaje.

$$\text{Eficiencia Biológica} = \frac{\text{Peso del hongo fresco}}{\text{Peso del substrato seco}} \times 100$$

Según establece esta tecnología los rendimientos deben ser superiores al 10%, la eficiencia biológica debe alcanzar valores como mínimo del 40% lo cual determina entre otros aspectos, que sea factible económicamente.

2.2.6.2 Rendimiento.

*Es la relación en porcentaje entre el peso fresco del hongo y el peso del substrato húmedo.*³¹

$$\text{Rendimiento} = \frac{\text{Peso del hongo fresco}}{\text{Peso del substrato húmedo}} \times 100$$

³¹DONOSO, Carlos, *Influencia de la luz en la composición lipídica y proteica del Pleurotus ostreatus var. Florida*, Escuela Superior Politécnica de Chimborazo, Riobamba Ecuador, 1999.

2.3. Análisis Estadístico.

“Para este experimento, se opta por el Diseño completamente al azar (DCA), es el diseño más simple que se utiliza para comparar dos o más tratamientos, dado que solo considera dos fuentes de variabilidad: Los tratamientos y el error aleatorio.”³²

Para realizar este análisis se utiliza el software estadístico Minitab 15.

2.3.1 Hipótesis

H₀ (nula)=No existe una degradación significativa de los residuos lignocelulósicos utilizando el hongo *Pleurotus ostreatus var. Florida*.

H₁ (alternativa)= Existe una degradación significativa de los residuos lignocelulósicos utilizando el hongo *Pleurotus ostreatus var. Florida*.

2.3.2 Población y muestra.

Se utiliza dos unidades experimentales, cascarilla de arroz y bagazo de caña, compuestos cada una por un tratamiento (hongo *Pleurotus ostreatus var. Florida*) con seis repeticiones y cada una de ellas son expuestas a variables homogéneas que facilitan el proceso de degradación.

Las muestras fueron recopiladas aleatoriamente, se analiza una muestra de cada uno de los residuos, sin el tratamiento y cuatro muestras con el tratamiento, el porcentaje de degradación se observa en la diferencia que presentan los resultados del análisis bromatológico de las repeticiones con el hongo, y de los residuos agroindustriales.

2.3.3 Análisis comparativo del porcentaje de fibra del bagazo de caña frente a la cascarilla de arroz.

2.3.5.3.1 Análisis de varianza (ANOVA)

“Este instrumento es la técnica central en el análisis de datos experimentales. La idea general de esta técnica es separar la variación total en las partes con las que contribuye cada fuente de

³²GUTIERREZ, Humberto, DE LA VARA, Román, *Análisis y diseño de experimentos*, Centro Universitario de ciencias exactas e ingeniería, Universidad de Guadalajara, Mc Graw Hill, Segunda Edición, Mexico,2008, pag.62.

variación en el experimento, en el caso del (DCA), se separan la variabilidad debida a los tratamientos y la debida al error, cuando las medias son diferentes.³³

PORCENTAJE DE FIBRA PRESENTE EN LOS RESIDUOS AGROINDUSTRIALES.

ANOVA unidireccional:					
Fuente	GL	SC	MC	F	P
Factor	1	333.724	333.724	831.34	0.000
Error	6	2.409	0.401		
Total	7	336.132			

S = 0.6336 R-cuad. = 99.28% R-cuad.(ajustado) = 99.16%

Nivel	N	Media	Desv.Est.
CASCARILLA %FIBRA	4	108.775	0.712
BAGAZO % FIBRA	4	95.858	0.544

ICs de 95% individuales para la media basados en Desv.Est. Agrupada

Nivel	--+-+-----+-----+-----+-----+			
CASCARILLA %FIBRA				(-*)
BAGAZO % FIBRA	(-*)			
	--+-+-----+-----+-----+-----+			
	96.0	100.0	104.0	108.0

Desv.Est. agrupada = 0.634

Tabla 9: Análisis de variación del parámetro fibra, entre los dos residuos.
Fuente: Los autores.

Interpretación.

El valor de P es lo que nos indica si el resultado es estadísticamente significativo, cuando (P>0.05 se acepta la H₀, y cuando P<0.05 se acepta la H₁), está definido como la probabilidad de obtener un resultado, al menos tan extremo como el que realmente se ha obtenido.

En este caso la (Tabla 11) del ANOVA nos entrega un valor de P= 0.000, que evidentemente es menor al valor de α= 0.05, lo que indica que la diferencia del contenido de fibra entre las dos unidades experimentales es estadísticamente significativo, así que se acepta la H₁, una vez que determinamos que existe una diferencia entre los dos residuos agroindustriales, aplicamos un método estadístico para explicar mejor la variabilidad en los datos.

³³GUTIERREZ, Humberto, DE LA VARA, Román, *Análisis y diseño de experimentos*, Centro Universitario de ciencias exactas e ingeniería, Universidad de Guadalajara, Mc Graw Hill, Segunda Edición, Mexico,2008, pag. 65

Para este experimento se utiliza el método **MCB Hsu**, es un método de comparaciones múltiples diseñado para identificar los mejores niveles de factor, los insignificativamente diferentes del mejor y los significativamente diferentes del mejor. La palabra “mejor” está representada por la media más baja o la media más alta.

Las MCB de Hsu crea un intervalo de confianza para la diferencia entre cada media de nivel y la mejor de las restantes medias de los niveles. Si un intervalo tiene cero como cota, existe una diferencia estadísticamente significativa entre las medias.

MCB de Hsu (comparaciones múltiples con el mejor)			
Nivel de significancia de la familia = 0.05			
Valor crítico = 1.94			
Intervalos para la media de los niveles menos la menor de las medias de otros niveles.			
Nivel	Inferior	Centro	Superior
CASCARILLA %FIBRA	0.000	12.918	13.788
BAGAZO % FIBRA	-13.788	-12.918	0.000
Nivel	+-----+-----+-----+-----		
CASCARILLA %FIBRA	(-----*-)		
BAGAZO % FIBRA	(-*-----)		
	+-----+-----+-----+-----		
	-14.0	-7.0	0.0
			7.0

Tabla 10: Método de MCB de Hsu del porcentaje de fibra presente en los dos residuos.
Fuente: Los autores

Interpretación:

En la (Tabla 12), se observa que el residuo bagazo de cañatiene menor porcentaje de fibra, debido a que se encuentra en el lado inferior del intervalo de confianza, que va de -14.0 a 7.0, lo que indica que existe una diferencia con respecto a la media del porcentaje de fibra presente en la cascarilla de arroz.

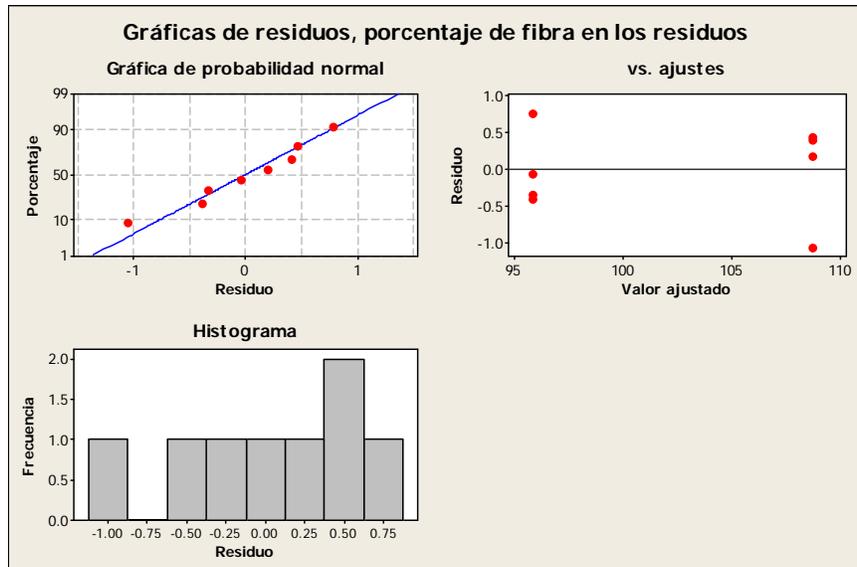


Figura 2: Gráficas de residuos del porcentaje de fibra entre la cascarilla y el bagazo.
Fuente: Los autores.

Interpretación:

Como se observa en la (Figura 2), en el gráfico de probabilidad los datos siguen una distribución normal porque se encuentran cercanos a la recta, la gráfica de residuo del valor ajustado muestra que existe una agrupación de datos, se observa que los puntos están sobrepuestos en algunas zonas aunque existe la presencia de valores atípicos que se encuentran alejados de la recta, valor que puede corresponder al dato de la muestra 4 (45,41%) de la cascarilla de arroz que es distinto a los demás datos, en el histograma se identifica un mayor número de observaciones dentro del rango 0.25 y 0.75, no se puede diferenciar la forma de manera clara pero con relación a una curva de frecuencias se le daría el nombre de sesgado a la izquierda, no representa una variabilidad natural y se atribuye a que no existen muchos datos.

PORCENTAJE DE CENIZA PRESENTE EN LOS RESIDUOS AGROINDUSTRIALES

ANOVA unidireccional:					
Fuente	GL	SC	MC	F	P
Factor	1	247.75	247.75	51.32	0.000
Error	6	28.97	4.83		
Total	7	276.72			

S = 2.197 R-cuad. = 89.53% R-cuad.(ajustado) = 87.79%

Nivel	N	Media	Desv.Est.
CASCARILLA % CENIZA	4	86.588	0.214
BAGAZO% CENIZA	4	75.458	3.100

ICs de 95% individuales para la media basados en Desv.Est. Agrupada

Nivel	75.0	80.0	85.0	90.0
CASCARILLA % CENIZA	(----*-----)			
BAGAZO% CENIZA	(----*-----)			

Desv.Est. agrupada = 2.197

Tabla 11: ANOVA del porcentaje de ceniza presente en los residuos.

Fuente: Los autores.

Interpretación:

Como se observa en la (Tabla 13), en el ANOVA el valor de $P= 0.000$, lo que indica que existe una diferencia estadísticamente significativa en el porcentaje de ceniza entre los dos residuos, aceptando la H_1 , para explicar mejor la diferencia se aplica nuevamente el método de MCB de Hsu, que presenta los siguientes resultados.

MCB de Hsu(comparaciones múltiples con el mejor)

Nivel de significancia de la familia = 0.05

Valor crítico = 1.94

Intervalos para la media de los niveles menos la menor de las medias de otros niveles

Nivel	Inferior	Centro	Superior
CASCARILLA % CENIZA	0.000	11.130	14.149
BAGAZO% CENIZA	-14.149	-11.130	0.000

Nivel	Intervalo
CASCARILLA % CENIZA	(-----*---)
BAGAZO% CENIZA	(--*-----)

-8.0 0.0 8.0 16.0

Tabla 12: MCB de Hsu del porcentaje de ceniza presente en los residuos.

Fuente: Los autores.

En la (Tabla 14), se observa que el bagazo de caña tiene un menor porcentaje, ya que se encuentra en el lado inferior del intervalo de confianza que va desde -8.0 a 16.0 demostrando que el tratamiento obtuvo mayor éxito en este residuo.

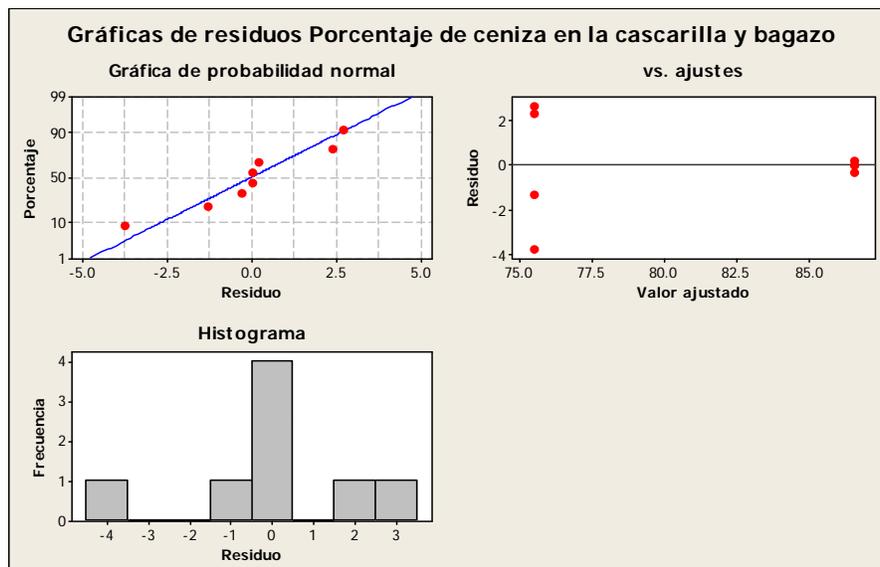


Figura 3: Gráficas de residuos del porcentaje de ceniza presente en los deshechos.

Fuente: Los autores.

Interpretación:

Se observa en la (Figura 3), en el gráfico de probabilidad los datos siguen una distribución normal debido a que están ubicados cerca de la recta, en el gráfico de valores ajustados, se observan puntos sobrepuestos lo que indica una agrupación de datos pero a la vez se identifican valores atípicos y se le atribuye a los datos del bagazo de caña especialmente al de la muestra 1(2.54%) ya que muestra una diferencia con respecto a los demás valores, en el histograma presenta mayor número de observaciones en el rango -1 a 1, aunque no se evidencia de una forma clara la forma al parecer sigue el patrón de comportamiento general lo que señala que podría existir anomalías dentro del proceso.

PORCENTAJE DE LIGNINA PRESENTE EN LOS RESIDUOS AGROINDUSTRIALES.

ANOVA unidireccional:					
Fuente	GL	SC	MC	F	P
Factor	1	10.5	10.5	0.55	0.488
Error	6	115.7	19.3		
Total	7	126.2			

S = 4.391 R-cuad. = 8.35% R-cuad.(ajustado) = 0.00%

Nivel	N	Media	Desv.Est.
CASCARILLA % LIGNINA	4	84.990	5.436
BAGAZO % LIGNINA	4	87.285	3.000

ICs de 95% individuales para la media basados en Desv.Est. Agrupada

Nivel	IC Inferior	IC Superior
CASCARILLA % LIGNINA	80.5	84.0
BAGAZO % LIGNINA	84.0	87.5

Desv.Est. agrupada = 4.391

Tabla 13: ANOVA del porcentaje de Lignina presente en los residuos.

Fuente: Los autores.

Interpretación:

Como se observa en la (Tabla 15), el valor de $P= 0, 488$, lo que indica que existe una diferencia estadísticamente significativa en el porcentaje de lignina entre los dos residuos, así que se acepta la H_1 , aunque la diferencia con relación al $\alpha=0.05$ es mínima, por lo tanto este es el parámetro que menor variación presenta al comparar los dos residuos, para explicar mejor la diferencia se aplica nuevamente el método de MCB de Hsu, que presenta los siguientes resultados.

MCB de Hsu(comparaciones múltiples con el mejor)			
Nivel de significancia de la familia = 0.05			
Valor crítico = 1.94			
Intervalos para la media de los niveles menos la menor de las medias de otros niveles			
Nivel	Inferior	Centro	Superior
CASCARILLA % LIGNINA	-8.328	-2.295	3.738
BAGAZO % LIGNINA	-3.738	2.295	8.328
Nivel	-----+-----+-----+-----+--		
CASCARILLA % LIGNINA	(-----*-----)		
BAGAZO % LIGNINA	(-----*-----)		
	-----+-----+-----+-----+--		
	-5.0	0.0	5.0 10.0

Tabla 14: Método de MCB de Hsu del porcentaje de lignina presente en los residuos.

Fuente: Los autores.

Interpretación:

Se observa que existe una diferencia entre las medias de los dos residuos, donde presentó un mejor resultado el residuo cascarilla de arroz ya que la media se acerca más al valor inferior del intervalo de confianza.

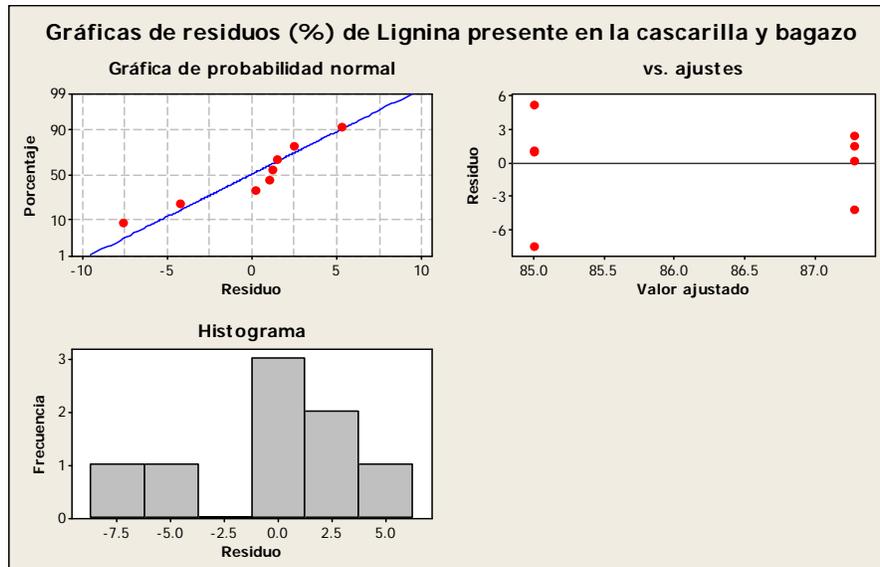


Figura 4: Gráficas de residuos del porcentaje de lignina presente en los deshechos.

Fuente: Los autores.

Interpretación:

En la (Figura 4) se observa en la gráfica de probabilidad que existe una distribución normal de los datos ya que los mismos se acercan a la recta, en la gráfica de valores ajustados se observan datos dispersos con respecto a la recta demostrando variabilidad, el histograma presenta mayor número de observaciones en el intervalo entre -2.5 y 2.5, aunque no se evidencia de una forma clara la forma al parecer sigue el patrón de comportamiento general lo que señala que podría existir anomalías dentro del proceso.

2.4 Determinación de la eficiencia del subproducto resultante como Fertilizante.

Para determinar la eficiencia del subproducto obtenido como fertilizante, se siembra rábanos, su nombre científico es *Raphanus sativus* de la familia Brassicaceae, se coloca 2 kg del subproducto obtenido después de la degradación del bagazo de caña y la cascarilla de arroz con el hongo, frente a un testigo sin ningún subproducto, cada uno en un área de 2 m de largo por 0,50 m de ancho, la cosecha se realiza en un tiempo aproximado de treinta días, donde se contabiliza la cantidad de rábanos obtenidos en cada área de cultivo, en el testigo se obtuvo 35 rábanos, en el tratamiento con bagazo se obtuvo 40 rábanos y en el tratamiento con cascarilla se obtuvo 33 rábanos.



Foto 27: Cosecha de los rábanos.

Fuente: Los autores.

Luego se escoge aleatoriamente 10 rábanos de cada siembra y se procede a determinar el peso de la biomasa, con la ayuda de una balanza digital,



Foto 28: Peso de los rábanos en la balanza digital.

Fuente: Los autores.

Los resultados fueron los siguientes:

Tabla 15. Resultados de la cosecha de los rábanos (Peso) del testigo frente a la cascarilla de arroz y al bagazo de caña.

	UNIDAD	M 1	M 2	M 3	M 4	M 5	M 6	M 7	M 8	M 9	M10
Testigo	Peso(g)	40,6	36,9	38,2	35,1	31,9	36,9	28,8	22,1	24,5	24,5
Cascarilla de arroz	Peso(g)	52,2	46,5	39	24,5	20,9	17,7	19,5	23,6	15,7	14,5
Bagazo de caña	Peso(g)	55,2	35,1	67,4	42	27,4	16,9	38,3	20	23,1	11,5

M= MUESTRA

Fuente: Los autores.

2.4.1 Análisis estadístico.

Peso de la biomasa en gramos.

Se realiza una prueba de ANOVA para determinar si existe una diferencia entre el testigo y el tratamiento aplicado en los residuos, con el fin de determinar si los subproductos resultantes del proceso de degradación, sirven como fertilizantes.

2.4.1.1 Análisis comparativo por medio del análisis de la varianza (ANOVA).

ANOVA unidireccional:					
Fuente	GL	SC	MC	F	P
Factor	2	189	95	0.53	0.592
Error	27	4785	177		
Total	29	4974			

S = 13.31 R-cuad. = 3.80% R-cuad.(ajustado) = 0.00%

Nivel	N	Media	Desv.Est.
Peso del rábano (testigo)	10	31.95	6.59
Peso del rábano (cascarilla)	10	27.71	13.29
Peso del rábano (Bagazo)	10	33.69	17.65

ICs de 95% individuales para la media basados en Desv.Est. Agrupada.

Nivel	IC Inferior	IC Superior
Peso del rábano (testigo)	24.0	30.0
Peso del rábano (cascarilla)	24.0	30.0
Peso del rábano (Bagazo)	24.0	30.0

Desv.Est. agrupada = 13.31

Tabla 16: ANOVA entre el testigo y los subproductos obtenidos de los residuos mediante el parámetro (Peso del rábano).

Fuente: Los autores.

Interpretación.

En la (Tabla 18), el ANOVA que se observa da como resultado un valor de $P= 0.592$ lo que indica que es mayor a $\alpha=0.05$, por lo tanto la diferencia entre la biomasa obtenida del testigo y los subproductos resultantes del tratamiento con el hongo *Pleurotus ostreatus var. Florida*,

aplicado a los residuos (Cascarilla de arroz y bagazo de caña), no es estadísticamente significativo, se acepta la H_0

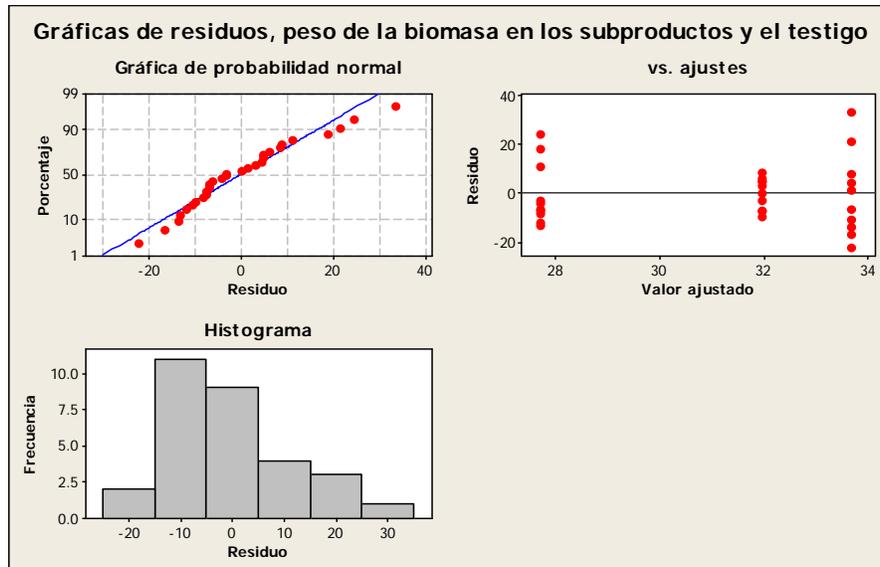


Figura 5: Gráfica de residuos del peso de la biomasa en los subproductos obtenidos y el testigo.
Fuente: Los autores.

Interpretación:

La gráfica de probabilidad normal, muestra que los datos siguen una distribución continua, ya que los valores se acercan a la recta, la gráfica del valor ajustado muestra una agrupación de los valores ya que los puntos están sobrepuestos, en el histograma se verifica un mayor número de observaciones en el rango comprendido entre -20 y 10, con una forma sesgado a la derecha, que representa curvas de frecuencias poco asimétricas.

CAPITULO III
RESULTADOS Y DISCUSIÓN.
CONCLUSIONES Y
RECOMENDACIONES.
BIBLIOGRAFIA Y ANEXOS.

3.1 Resultados y Discusión.

- El *Pleurotus ostreatus*, crece en un medio de cultivo (PDA) en un periodo de 20 a 30 días, formando una colonia gigante, que recubre todo el medio presente en la placa Petri.
- Los resultados en la preparación del inóculo fueron exitosos, en todos los casos el micelio creció de una forma favorable y, que en conjunto con los granos, se observaba como una sola masa blanca.
- En el (anexo 3) los resultados que obtuvimos del análisis bromatológico, comparado con la (Tabla 17) presente en el mismo anexo, nos indican que el valor del porcentaje de proteína es inferior al de los otros residuos, evidenciando que el substrato utilizado no es el más indicado para el crecimiento del hongo.
- El porcentaje de degradación en la cascarilla de arroz, en los diferentes parámetros fue el siguiente: En la fibra no existe una degradación y se le atribuye al tiempo de exposición del residuo al hongo, en el parámetro ceniza hubo un 13.41%, con respecto al valor de la cascarilla sin ningún tratamiento, este valor representa la cantidad de materia inorgánica presente en el residuo, en el parámetro lignina hubo un 15%, con respecto al valor inicial.
- El porcentaje de degradación en el bagazo de caña, en los diferentes parámetros fue el siguiente: En la fibra hubo un 4,13%, en la ceniza hubo un 24,53%, y por último en la lignina hubo un 11.96%, con respecto al valor inicial sin el tratamiento.
- El promedio de la eficiencia biológica, obtenida en la cascarilla de arroz, que se observa en la (Tabla 18) presente en el anexo 3, fue del 60,25% con un rendimiento del 13,5%.
- El promedio de la eficiencia biológica, adquirida en el bagazo de caña, que se observa en la (Tabla 19) presente en el anexo 3, es del 14,5% con un rendimiento del 4%.

3.2 CONCLUSIONES:

- Se acepta la hipótesis alternativa en el caso del parámetro fibra en el residuo bagazo de caña ya que en el análisis de varianza el valor de $P= 0.000$ lo que indica que existe una diferencia significativa en la reducción de este factor frente a la cascarilla de arroz, mediante el método de MCB de Hsu, se verificó que en el bagazo de caña el tratamiento obtuvo mayor éxito.
- El tratamiento no surtió efecto en el caso de la cascarilla de arroz y existe la posibilidad de que se deba al tiempo de exposición del hongo frente al residuo, en este caso se acepta la hipótesis nula.
- En el parámetro ceniza, se acepta la hipótesis alternativa, en el caso del bagazo de caña frente a la cascarilla de arroz, ya que el valor de $P= 0.000$ determina una diferencia significativa entre los dos residuos agroindustriales, en el método de MCB de Hsu se demostró que el bagazo de caña logró un menor porcentaje, por lo tanto, el tratamiento consiguió un mayor éxito en este residuo.
- En el parámetro Lignina se acepta la hipótesis alternativa en la cascarilla de arroz frente al bagazo de caña, debido a que en el análisis de varianza el valor de $P= 0.488$, aunque este parámetro fue el que presentó menor diferencia entre los tres mencionados.
- La eficiencia biológica que dio como resultado el residuo cascarilla de arroz, lo hace económicamente factible para aplicar el proceso, aunque es inferior a las eficiencias biológicas presentes en otros residuos descritos en la (Tabla 20).
- En las etapas iniciales del proceso debemos evitar la contaminación existente en el lugar donde se procese el hongo, una vez que el organismo alcanza a desarrollarse en el inóculo disminuye la probabilidad de que el hongo se vea afectado por otro organismo, pasando al proceso artesanal de fermentación sólida.

- En la caracterización de microorganismos, se observa en los residuos agroindustriales, que existe la presencia de indicadores de contaminación fecal, *E. coli* y *Coliformes totales*, existe la presencia de *Pseudomonas spp* y de los hongos *Penicillium spp* y *Aspergillus spp*, lo que justifica la utilización de fungicidas, (Vitavax 300 y Captan al 0,02%) durante el proceso.
- Se demuestra que en los subproductos obtenidos de la degradación de la cascarilla de arroz y bagazo de caña no existe una diferencia estadísticamente significativa con el testigo quedando demostrado que no cumplen la función de fertilizante.

Recomendaciones.

- Se puede mejorar el proceso de degradación y por lo tanto la eficiencia biológica, aumentando las proteínas con la ayuda de otro sustrato, como harina de pescado, ya que comparado con otros residuales como el café, el porcentaje de eficiencia es inferior.
- Debido a las ventajas en cuanto a costo y accesibilidad de la tecnología empleada en la FES y a las condiciones climáticas de las provincias donde se generan los residuos tratados, se recomienda aplicar este experimento en la zona donde se producen.
- Se observa que los subproductos resultantes de la degradación de la cascarilla de arroz y bagazo de caña, desaparecen después de la cosecha de los rábanos, por lo que se recomienda investigar si existe una asociación con alguna bacteria presente en el suelo que permite que el residuo se degrade en un corto periodo de tiempo.
- Debido al enriquecimiento de los subproductos resultantes del proceso de biodegradación por medio del hongo, se puede realizar una investigación para probar la factibilidad de los mismos como alimento para el ganado.
- Existe una apertura por medio de ciertas empresas arroceras para la aplicación de este experimento, específicamente en la piladora de arroz descrita en esta investigación,

que cuenta con un área para acomodar la infraestructura y sobre todo con las condiciones climáticas para aplicar el proyecto in situ.

3.3 BIBLIOGRAFIA

- ABARCA, Lourdes, *Taxonomía e identificación de especies implicadas en la aspergilosis nosocomial*, Revista Iberoamericana de micología, 2000.
- Avilés Efrén, *Huasipungo*, 2004, www.encyclopediadelecuador.com
- BAQUERO, Juan, TORRENEGRA, Rubén y otros, *Un metabolito secundario antibacteriana de *Penicillium verrucosum**, Pontifica Universidad Javeriana.
- CABRERA, la torre, ángel, *Historia Natural*, V.4 Ediciones Océano Éxito, Barcelona, España, 1984, 383.p.Ilus
- CHAVEZ, Mónica, “Aspectos básicos de la fermentación en estado sólido”, CIENCIA CIERTA, No 20, Octubre a Diciembre del 2009.
- DELGADO, Freddy. *Arroz en el Ecuador*, Manual agrícola de los principales cultivos del Ecuador, INIAP Instituto Nacional de Investigaciones Agropecuarias, www.ecuaquimica.com/info_tecnica_arroz.pdf
- GUTIERREZ, Humberto, DE LA VARA, Román, *Análisis y diseño de experimentos*, Centro Universitario de ciencias exactas e ingeniería, Universidad de Guadalajara, Mc Graw Hill, Segunda Edición, Mexico,2008.
- MADIGAN, Michael y otros, *Biología de los Microorganismos* ,décima edición, Pearson, Madrid, 2004.
- PARSONS, David B. *Arroz/manuales para educación agropecuaria: producción vegetal*, número 11, Editorial Trillas, México. 1993, p.62. ilus.
- RODRÍGUEZ, N. ZULUAGA, J. Cultivo de *Pleurotus pulmonarius* (Ir). Cenicafé, 45: 81-92:1994.
- RUIZ, lidia, *Pseudomona aeuroginosa: APORTACION AL CONOCIMIENTO DE SU ESTRUCTURA Y AL DE MECANISMOS QUE CONTRIBUYEN A SU RESISTENCIA A LOS ANTIMICROBIANOS*, Universidad de Barcelona, Facultad de medicina, pág. 4,8,9, 2007.
- SOLER, Paola, *Validación secundaria del método del número más probable y recuento en placa profunda para coliformes totales y fecales muestras de alimentos basada en la norma ISO ntc 17025*, Tesis Universidad Javeriana Facultad de ciencias carrera de microbiología industrial, pág. 27, 28, 30, 2006.

- **CITAS WEB.**

- COSTA, Josué y JIMENEZ, J., Guía micologica, www.amanitacesarea.com/pleurotus-ostreatus.html.
- Ethanol industry Outlook 2007, Building New Horizons". Renewable Fuels Association (RFA), 2008.
http://www.ethanolrfa.org/objects/pdf/outlook/RFA_Outlook_2007.pdf
- GALLEGO, Eduardo y otros, Hongos beneficiosos y perjudiciales, Universidad de Almería, www.ual.es/GruposInv/myco-ual/beneperj.htm
- GARZA, Ana, El Trigo, www.monografias.com
- HONGOS COMESTIBLES Y SUS APLICACIONES
<http://www.conabio.gob.mx/biodiversitas/hongos.htm> 2003-05-21.
- S/A, *Características técnicas de la cascarilla de arroz*, 2012, www.google.com.
- S/A, *Reinos Protoctista, Fungí y Plantae, Botánica Sistemática Ecuatoriana*, www.google.com.

3.4 ANEXOS:

Anexo 1: Cronograma de actividades.

N	Actividades	JULIO				AGOSTO				SEPTIEMBRE				OCTUBRE				NOVIEMBRE				DICIEMBRE				ENERO				FEBRERO				MARZO				ABRIL				MAYO				JUNIO				JULIO			
		1	2	3	4	1	2	3	4	1	2	3	4	1	2	3	4	1	2	3	4	1	2	3	4	1	2	3	4	1	2	3	3	1	2	3	3	1	2	3	4	1	2	3	4	1	2	3	4	1	2	3	4
1	OBTENCIÓN DE LA CEPA			X	X																																																
2	CULTIVO DEL HONGO					X	X	X	X	X	X																																										
3	PREPARACIÓN DEL INÓCULO											X	X	X	X	X	X	X																																			
4	PREPARACION DEL SUBSTRATO															X																																					
5	PROCESO DE BIOCONVERSIÓN															X	X	X	X	X	X																																
6	COSECHA																				X																																
7	DETERMINACIÓN DE LA EFICIENCIA DEL SUBPRODUCTO																					X	X	X	X	X																											
8	OBTENCIÓN DE RESULTADOS Y ANÁLISIS ESTADÍSTICO																									X	X	X	X	X																							
9	CARACTERIZACIÓN DE MICROORGANISMOS																													X	X	X	X																				
10	CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES																																	X	X	X																	
10	REVISIÓN																																					X	X	X	X	X	X	X	X								

Anexo 2: Presupuesto.

ACTIVIDADES	INSUMO	CANTIDAD	COSTO	
			UNITARIO	COSTO
OBTENCIÓN DE LA CEPA	COMPRA DE LA CEPA	1	100\$	100\$
	TRANPORTE	1	60\$	60\$
	CONSUMO ENERGÉTICO	1	5\$	5\$
REJUVENECIMIENTO DEL HONGO	CAJAS PETRI	2	2,5\$	5\$
	TUBOS DE ENSAYO	10	0.8\$	8\$
	PARAFILM	1	40\$	40\$
	MECHEROS	3	4,5\$	13,5\$
	CONSUMO ENERGÉTICO	1	5\$	5\$
CULTIVO DEL HONGO	ROLLO PARA EL ALUMINIO	2	2\$	4\$
	CAJAS PETRI	15	2,5\$	37,5\$
	TIJERA	1	1\$	1\$
	INFRAESTRUCTURA	1	10\$	10\$
	TRANSPORTE	1	10\$	10\$
	GRANOS DE TRIGO	1	2\$	2\$
	METANOL	1	5\$	5\$
	TINAS DE PLÁSTICO	2	12\$	12\$
	TUBOS DE ENSAYO	10	40\$	40\$
	SOLUCION FUNGICA	1	10\$	10\$
	CASCARILLA DE ARROZ	1	5\$	5\$
	TRANSPORTE	1	10\$	10\$
	RODILLO	1	3\$	3\$
	ESTUFA	1	30\$	30\$
	CARACTERIZACIÓN DE MICROORGANISMOS	PAPEL ALUMINIO	4	2.5\$
MEDIOS DE CULTIVO		4	40\$	160\$
ALCOHOL METANOL		2	3\$	6\$
PREPARACION DEL SUBSTRATO PARA EL INÓCULO	CASCARILLA DE ARROZ	2	1.5\$	3\$
	BAGAZO DE CAÑA	2	1\$	2\$
	FUNGICIDAS	2	5\$	10\$
	TERMOHIGROMETRO	1	50\$	50\$

	CONSUMO ENERGETICO	1	15\$	15\$
	TRANSPORTE	1	50\$	50\$
	CONSUMO ENERGÉTICO	1	28\$	28\$
	TRANSPORTE	1	40\$	40\$
ANÁLISIS	LIGNINA	8	20\$	200\$
	BROMATOLÓGICO	12	18\$	215\$
	SUELO	1	12\$	12\$
	TRANSPORTE	2	12\$	24\$
DETERMINACION DE LA EFICIENCIA DEL RESIDUO	PALAS Y PICOS	1	30\$	30\$
	ANÁLISIS DE SUELOS	1	30\$	30\$
	SEMILLAS	5	10\$	10\$
	TRANSPORTE	1	10\$	10\$
	OTROS	1	200\$	200\$
	TOTAL			1521\$

ANEXO 3 Resultados de los análisis bromatológicos realizados a los residuos con el tratamiento (hongo *Pleurotus ostreatus* var. *Florida*), y sin el tratamiento.

	LABORATORIO DE BROMATOLOGÍA	 AGROCALIDAD <small>AGENCIA ECUATORIANA DE ASEGURAMIENTO DE LA CALIDAD DEL AGRO</small>
	INFORME DE ANÁLISIS <small>(Vía Interoceánica Km. 14, Granja del MAG, Tumbaco – Quito Telef: 02-2372-845 Ext: 235)</small>	

Hoja 1 de 2
N° B12005

Persona o Empresa solicitante: Sr. Pablo Ramón
País : Ecuador
Provincia: Pichircha
Cantón : Quito
Dirección: El Cebollar
Teléfono : 095925575
Fecha de ingreso de la muestra: 12/01/13
Fecha de Inicio de Análisis: 12/01/20
Fecha de Finalización de Análisis: 12/01/25
No. de Factura: 9451

DATOS DE LA MUESTRA:

Muestra: CASCARILLA DE ARROZ **Código No:** B120051

RESULTADOS DEL ANÁLISIS BROMATOLÓGICO

CODIGO	NOMBRE MUESTRA	EXPRESIÓN	RESULTADO	UNIDAD	MÉTODO ANALÍTICO	FORMLAC. TEÓRICA
B120051	CASCARILLA DE ARROZ	Humedad	5.47	%	Gravimétrico PEE/L-BF/03	---
		Cenizas	22.54	%	Gravimétrico PEE/LFBF/04	---
		Proteína	3.12	%	Kjeldahl PEE/LFBF/01	---
		Grasa	0.11	%	Soxhlet PEE/L-BF/01	---
		Fibra	42.30	%	Gravimétrico PEE/L-BF/02	---
		CT*	119.31	%	Cálculo	---

*CT= Carbohidr

OBSERVACIONES:

- Los resultados de la muestra se reportan en base a muestra seca.



Nota: El resultado corresponde únicamente a la muestra entregada por el cliente.
 Se prohíbe la reproducción parcial del informe
 MC 2001-01

	LABORATORIO DE BROMATOLOGÍA	 AGROCALIDAD <small>AGENCIA ECUATORIANA DE ASEGURAMIENTO DE LA CALIDAD DEL AGRO</small>
	INFORME DE ANÁLISIS <small>(Vía Interoceánica Km. 14, Granja del MAG, Tumbaco – Quito Telef: 02-2372-845 Ext: 235)</small>	

Hoja 2 de 2
Nº B12005

DATOS DE LA MUESTRA:

Muestra: BAGAZO DE CAÑA

Código No: B120052

RESULTADOS DEL ANÁLISIS BROMATOLÓGICO

CODIGO	NOMBRE MUESTRA	EXPRESIÓN	RESULTADO	UNIDAD	MÉTODO ANALÍTICO	FORMLAC. TEÓRICA
B120052	BAGAZO DE CAÑA	Humedad	3.21	%	Gravimétrico PEE/L-BF/03	---
		Cenizas	2.11	%	Gravimétrico PEE/LFBF/04	---
		Proteína	5.51	%	Kjeldahl PEE/LFBF/01	---
		Grasa	0.46	%	Soxhlet PEE/L-BF/01	---
		Fibra	35.31	%	Gravimétrico PEE/L-BF/02	---
		CT*	239.78	%	Cálculo	---

*CT= Carbohidratos Totales

OBSERVACIONES:

- Los resultados de la muestra se reportan en base a muestra seca.

Analizado por:
BQ. Gina Ortiz



Nota: El resultado corresponde únicamente a la muestra entregada por el cliente.
Se prohíbe la reproducción parcial del informe
MC 2001-01

	LABORATORIO DE BROMATOLOGÍA	 AGROCALIDAD <small>AGENCIA ECUATORIANA DE ASEGURAMIENTO DE LA CALIDAD DEL AGRO</small>
	INFORME DE ANÁLISIS <small>(Vía Interoceánica Km. 14, Granja del MAG, Tumbaco - Quito Telef. 02-2372-845 Ext. 235)</small>	

Hoja 1 de 4
Nº B12004

Persona o Empresa solicitante: Sr. Pablo Ramón
País : Ecuador
Provincia: Pichincha
Cantón : Quito
Dirección: El Cebollar
Teléfono : 095925575
Fecha de ingreso de la muestra: 12/01/13
Fecha de Inicio de Análisis: 12/01/16
Fecha de Finalización de Análisis: 12/01/25
No. de Factura: 9417

DATOS DE LA MUESTRA:

Muestra: Cascarilla de Arroz

Código No: B120040 – B120043

RESULTADOS DEL ANÁLISIS BROMATOLÓGICO

CODIGO	NOMBRE MUESTRA	EXPRESIÓN	RESULTADO	UNIDAD	MÉTODO ANALÍTICO	FORMLAC. TEÓRICA
B120040	CASCARILLA DE ARROZ	Humedad	4.37	%	Gravimétrico PEE/L-BF/03	---
		Cenizas	20.53	%	Gravimétrico PEE/LFBF/04	---
		Proteína	4.91	%	Kjeldahl PEE/LFBF/01	---
		Grasa	0.11	%	Soxhlet PEE/L-BF/01	---
		Fibra	45.30	%	Gravimétrico PEE/L-BF/02	---
		CT*	119.79	%	Cálculo	---

*CT= Carbohidratos Totales



Nota: El resultado corresponde únicamente a la muestra entregada por el cliente.
 Se prohíbe la reproducción parcial del informe
 MC 2001-01

	LABORATORIO DE BROMATOLOGÍA	
	INFORME DE ANÁLISIS	
(Vía Intercoasánica Km. 14, Granja del MAG, Tumbaco – Quito Telef: 02-2372-845 Ext. 235)		

Hoja 2 de 4
N° B12004

CODIGO	NOMBRE MUESTRA	EXPRESIÓN	RESULTADO	UNIDAD	MÉTODO ANALÍTICO	FORMULACIÓN TEÓRICA
B120041	CASCARILLA DE ARROZ	Humedad	3.87	%	Gravimétrico PEE/L-BF/03	---
		Cenizas	20.65	%	Gravimétrico PEE/L-FBF/04	---
		Proteína	4.83	%	Kjeldahl PEE/L-FBF/01	---
		Grasa	0.11	%	Soxhlet PEE/L-BF/01	---
		Fibra	44.78	%	Gravimétrico PEE/L-BF/02	---
		CT*	123.35	%	Cálculo	---
B120042	CASCARILLA DE ARROZ	Humedad	5.29	%	Gravimétrico PEE/L-BF/03	---
		Cenizas	20.61	%	Gravimétrico PEE/L-FBF/04	---
		Proteína	4.80	%	Kjeldahl PEE/L-FBF/01	---
		Grasa	0.09	%	Soxhlet PEE/L-BF/01	---
		Fibra	45.41	%	Gravimétrico PEE/L-BF/02	---
		CT*	115.25	%	Cálculo	---
B120043	CASCARILLA DE ARROZ	Humedad	5.16	%	Gravimétrico PEE/L-BF/03	---
		Cenizas	20.61	%	Gravimétrico PEE/L-FBF/04	---
		Proteína	4.80	%	Kjeldahl PEE/L-FBF/01	---
		Grasa	0.11	%	Soxhlet PEE/L-BF/01	---
		Fibra	45.28	%	Gravimétrico PEE/L-BF/02	---
		CT*	116.35	%	Cálculo	---

*CT= Carbohidratos Totales



Nota: El resultado corresponde únicamente a la muestra entregada por el cliente.
Se prohíbe la reproducción parcial del informe
MC 2001-01

DATOS DE LA MUESTRA:

Muestra: Cascarilla de Arroz

Código No: B120044 – B120043

CODIGO	NOMBRE MUESTRA	EXPRESIÓN	RESULTADO	UNIDAD	MÉTODO ANALÍTICO	FORMULACIÓN TEÓRICA
B120044	BAGAZO DE CAÑA	Humedad	6.12	%	Gravimétrico PEE/L-BF/03	---
		Cenizas	25.54	%	Gravimétrico PEE/L-FBF/04	---
		Proteína	9.00	%	Kjeldahl PEE/L-FBF/01	---
		Grasa	0.32	%	Soxhlet PEE/L-BF/01	---
		Fibra	33.29	%	Gravimétrico PEE/L-BF/02	---
		CT*	141.80	%	Cálculo	---
B120045	BAGAZO DE CAÑA	Humedad	4.24	%	Gravimétrico PEE/L-BF/03	---
		Cenizas	2.33	%	Gravimétrico PEE/L-FBF/04	---
		Proteína	8.66	%	Kjeldahl PEE/L-FBF/01	---
		Grasa	0.36	%	Soxhlet PEE/L-BF/01	---
		Fibra	33.31	%	Gravimétrico PEE/L-BF/02	---
		CT*	242.28	%	Cálculo	---
B120046	BAGAZO DE CAÑA	Humedad	3.75	%	Gravimétrico PEE/L-BF/03	---
		Cenizas	2.41	%	Gravimétrico PEE/L-FBF/04	---
		Proteína	8.96	%	Kjeldahl PEE/L-FBF/01	---
		Grasa	0.36	%	Soxhlet PEE/L-BF/01	---
		Fibra	33.70	%	Gravimétrico PEE/L-BF/02	---
		CT*	242.36	%	Cálculo	---

*CT= Carbohidratos Totales

Nota: El resultado corresponde únicamente a la muestra entregada por el cliente.
Se prohíbe la reproducción parcial del informe

MC 2001-01



Anexo 5: Resultados de los análisis del porcentaje de Lignina presente en la cascarilla de arroz y el bagazo de caña.

MO-LSAIA-2201-03



INSTITUTO NACIONAL AUTÓNOMO DE INVESTIGACIONES AGROPECUARIAS
ESTACION EXPERIMENTAL SANTA CATALINA
DEPARTAMENTO DE NUTRICION Y CALIDAD
LABORATORIO DE SERVICIO DE ANALISIS E INVESTIGACION EN ALIMENTOS
Panamericana Sur Km. 1, Cotacagua Tlf: 2000681-3067134 Fax 3067134
Casilla postal 17-01-340

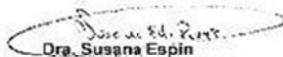


INFORME DE ENSAYO No: 12-021		
NOMBRE PETICIONARIO: Sr. Pablo Ramón	INSTITUCION: Politécnica Salesiana de Cuenca	
DIRECCION: Cuenca	ATENCION: Sr. Pablo Ramón	
FECHA DE EMISION: Febrero 6 del 2012	FECHA DE RECEPCION.: 23 de enero de 2012	
FECHA DE ANALISIS: Enero 31 a Febrero 01 de 2012	HORA DE RECEPCION: 08h:30	
	ANALISIS SOLICITADO: LIGNINA	

ANÁLISIS	HÚMEDAD		LIGNINA ⁴		IDENTIFICACIÓN
MÉTODO	MO-LSAIA-01.01		MO-LSAIA-02.03		
METODO REF.	U. FLORIDA 1970		U. FLORIDA 1970		
UNIDAD	%		%		
12-0088	53,10		19,56		CASCARILLA DE ARROZ (MUESTRA 0)
12-0089	2,58		15,14		CASCARILLA DE ARROZ (MUESTRA 1)
12-0090	2,45		17,67		CASCARILLA DE ARROZ (MUESTRA 2)
12-0091	4,15		16,86		CASCARILLA DE ARROZ (MUESTRA 3)
12-0092	3,36		16,83		CASCARILLA DE ARROZ (MUESTRA 4)

Los ensayos marcados con Ω se reportan en base seca.
 OBSERVACIONES: Muestra entregada por el cliente

RESPONSABLES DEL INFORME

 Dra. Susana Espin RESPONSABLE DE CALIDAD	<div style="border: 1px solid black; padding: 5px; width: fit-content; margin: 0 auto;"> LABORATORIO LSAIA I.N.I.A.P. C.F. DE SANTA CATALINA </div>	 Dr. Armando Rubio RESPONSABLE TECNICO
---	---	---

Este documento no puede ser reproducido ni total ni parcialmente sin la aprobación escrita del laboratorio.
 Los resultados arriba indicados solo están relacionados con el objeto de ensayo.
NOTA DE DESCARGO: La información contenida en este informe de ensayo es de carácter confidencial, está dirigida únicamente al destinatario de la misma y solo podrá ser usada por este. Si el lector de este como electrónico o fax no es el destinatario del mismo, se le notifica que cualquier copia o distribución de esto es estrictamente prohibido. Si usted ha recibido este informe de ensayo por error, por favor notifique inmediatamente al remitente por este mismo medio y elimine la información.

	INSTITUTO NACIONAL AUTÓNOMO DE INVESTIGACIONES AGROPECUARIAS ESTACION EXPERIMENTAL SANTA CATALINA DEPARTAMENTO DE NUTRICION Y CALIDAD LABORATORIO DE SERVICIO DE ANALISIS E INVESTIGACION EN ALIMENTOS Panamericano Sur Km. 1, Cusugagua Tlf. 2090691-3007134 Fax 3007134 Casilla postal 17-01-340	

NOMBRE PETICIONARIO: Sr. Pablo Ramón
DIRECCION: Cuenca
FECHA DE EMISION: Febrero 6 del 2012
FECHA DE ANALISIS: Enero 31 a Febrero 01 de 2012

INFORME DE ENSAYO No: 12-021

INSTITUCION:
ATENCION:
FECHA DE RECEPCION:
HORA DE RECEPCION:
ANALISIS SOLICITADO

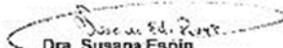
Politécnica Salesiana de Cuenca
 Sr. Pablo Ramón
 23 de enero de 2012
 08h30
 LIGNINA

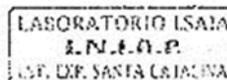
ANÁLISIS	HUMEDAD			LIGNINA ^Ω			IDENTIFICACIÓN
MÉTODO	MO-LSAIA-01.01			MO-LSAIA-02.03			
METODO REF.	U. FLORIDA 1970			U. FLORIDA 1970			
UNIDAD	%			%			
12-0088	45.03			13.67%			BAGAZO DE CAÑA (MUESTRA 0)
12-0089	3.25			11.35%			BAGAZO DE CAÑA (MUESTRA 1)
12-0090	2.97			12.28%			BAGAZO DE CAÑA (MUESTRA 2)
12-0091	3.77			11.96%			BAGAZO DE CAÑA (MUESTRA 3)
12-0092	2.56			12.15%			BAGAZO DE CAÑA (MUESTRA 4)

Los ensayos marcados con Ω se reportan en base seca.

OBSERVACIONES: Muestra entregada por el cliente

RESPONSABLES DEL INFORME


Dra. Susana Espin
RESPONSABLE DE CALIDAD




Dr. Armando Rubio
RESPONSABLE TECNICO

Este documento no puede ser reproducido ni total ni parcialmente sin la aprobación escrita del laboratorio.

Los resultados arriba indicados solo están relacionados con el objeto de ensayo.

NOTA DE DESCARGO: La información contenida en este informe de ensayo es de carácter confidencial, está dirigida únicamente al destinatario de la misma y solo podrá ser usada por éste. Si el lector de este correo electrónico o fax no es el destinatario del mismo, se le notifica que cualquier copia o distribución de este es estrictamente totalmente prohibido. Si usted ha recibido este informe de ensayo por error, por favor notifique inmediatamente al remitente por este mismo medio y elimine la información.

Tabla 17 Análisis bromatológico de los residuos agroindustriales estudiados comparado con otros residuos.

PARÁMETROS (%)	RESIDUAL PALMA AFRICANA (pulpa*)	RESIDUAL DE QUINUA ^a	RESIDUAL DE CACAO ^b	RESIDUAL DECAFÉ ^c	RESIDUAL DE MAÍZ ^d TUSAS.	Cascarilla de arroz ^e	Bagazo de caña ^e
Humedad	15,49	11.09	65.21	12,46	9.37	5.29	6.12
Proteína	13,58	10.85	5.50	24,9	3.86	4.83	9
Ceniza	8,26	4.98	9.08	28,75	3.54	20.65	2.54
Grasa	0,62	4.35	2.55	4,4	7.29	0.11	0.32
Fibra	50,18	55.29	30.05	24,18	25.9	44.78	33.3

Fuente: ^aYambay (2000), ^b Ramos (1999), ^c Gavilanes (2003), ^dValencia (2003), ^eAGROCALIDAD.

TABLA 18 Eficiencia biológica y rendimiento en las fundas con cascarilla de arroz

REPETICIONES	PESO RESIDUO SECO (g)	PESO RESIDUO HÚMEDO (g)	PESO DE LA MASA FÚNGICA (g)	EFICIENCIA BIOLÓGICA (%)	RENDIMIENTO (%)
1	457	2040	320	70%	15 %
2	440	2055	335	76%	16%
3	570	2087	150	26%	7%
4	468	2025	325	69%	16%
		PROMEDIOS	282,5	60,25%	13,5%

Fuente: Los autores

TABLA 19 Eficiencia biológica y rendimiento en las fundas con bagazo de caña.

REPETICIONES	PESO RESIDUO SECO (g)	PESO RESIDUO HÚMEDO (g)	PESO DE LA MASA FÚNGICA (g)	EFICIENCIA BIOLÓGICA (%)	RENDIMIENTO (%)
1	600	2010	97	16%	4%
2	620	2035	90	14%	4%
3	635	2022	95	14%	4%
4	605	2017	88	14%	4%
		PROMEDIOS	92,5	14,5%	4%

Fuente: Los autores.

Tabla 20 Eficiencias biológicas de *Pleurotus ostreatus* cultivado en diversos residuos agroindustriales

RESIDUO	EFICIENCIA BIOLÓGICA %
Pulpa de café	195.5 ^a
Pulpa de cardamomo	113.64 ^a
Hojas de té de limón	113.04 ^a
Pulpa de café + paja de cebada (2:1)	102.68 ^a
Bagazo de caña de azúcar + pulpa de café (1:1)	99.16 ^a
Paja de cebada	99.04 ^a
Hojas de cebada	99.96 ^a
Hojas de canela	11.66 ^a
Rastrojo de algodón	56.79 ^a
Hojas de plátano	56.41 ^a
Bagazo de caña de azúcar	15.40 ^a
Cacao	122.9 ^b
Rastrojo de quinua	96.71 ^c
Tusas de maíz	75.7 ^d
Rastrojo de maíz	128.1 ^d

Fuente: ^a Martínez Carrera (1999), ^b Ramos (1999), ^c Yambay (2000), ^d Valencia (2003)

Fecha del informe: 20-Ene-2012

Remitente de la(s) muestra(s):

Propietario de la(s) muestra(s): Sr. Pablo Ramón Auquilla

Número Telefónico: 095925575

Email:

No. Factura: 9417

Fecha de ingreso de la(s) muestra(s): 13-Ene-2012

Nombre de la finca o terreno:

Ciudad: Cuenca

Provincia: Azuay

RESULTADOS DEL ANÁLISIS

No. LAB.	Nombre de la Muestra	pH	MO* (%)	N* (%)	P* (ppm)	K* (cmol/Kg)
M-1	59	8.57	1.20	0.06	12.1	0.54

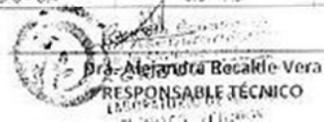
* MO: Materia Orgánica; N: Nitrógeno total; P: Fósforo; K: Potasio

INTERPRETACIÓN DE RESULTADOS - REGIÓN SIERRA

PARÁMETRO	MO* (%)	N* (%)	P* (ppm)	K* (cmol/Kg)
BAJO	< 1.0	0 - 0.15	0 - 10	< 0.2
MEDIO	1 - 2.0	0.16 - 0.3	11 - 20	0.2 - 0.38
ALTO	>2.0	> 0.31	> 21	> 0.4

INTERPRETACIÓN DE RESULTADOS - REGIÓN COSTA Y SIERRA

	Acido	Ligeramente Acido	Prácticamente Neutro	Ligeramente Alcalino	Alcalino
pH	5.5	5.6 - 6.4	6.5 - 7.5	7.6 - 8.0	8.1


Dra. Alejandra Bockle Vera
RESPONSABLE TÉCNICO
LABORATORIO DE SUELOS, FOLIARES Y AGUAS

GLOSARIO DE TERMINOS.

Huasipungo: *área pequeña de terreno que antiguamente el capataz o “amo” cedía al indio para que este realice trabajos agrícolas o de pastoreo, a cambio del trabajo que ese mismo indígena debía realizar en beneficio del terrateniente.*

Sucedáneo: *Se aplica a la sustancia que tiene propiedades parecidas a las de otra y puede servir para sustituirla.*

Cáñamo: *Cáñamo o **cáñamo** industrial es el nombre que reciben las variedades de la planta Cannabis sativa y el nombre de la fibra que se obtiene de ellas.*

Kraft: *Papel muy fuerte para embalajes.*

Periciclo: *el periciclo es un tejido que rodea al cilindro vascular de la raíz de las plantas vasculares.*

Tetraploide: *Dicho de un organismo, una célula, un núcleo o de la fase de su ciclo de desarrollo, que posee una dotación cromosómica formada por cuatro series de cromosomas homólogos*

Hipocótilo: *es el término botánico usado para referirse a una parte de la planta que germina de una semilla. De arriba a abajo.*

Macollamiento: *La producción de tallos laterales (macollas, "hijos") por el cultivo durante el crecimiento.*

Macolla: *Formación vegetal consistente en el nacimiento común, desde un mismo pie, de inflorescencias, espigas o vástagos.*

Lígula: *En botánica, la lígula es un apéndice membranoso ubicado en la línea que une la lámina o limbo foliar con la vaina en la familia de las gramíneas.*

Aurícula: *En botánica, la lígula es un apéndice membranoso ubicado en la línea que une la lámina o limbo foliar con la vaina en la familia de las gramíneas.*

Hifa: *Las hifas son elementos filamentosos cilíndricos característicos de la mayoría de los hongos. Están constituidos por una fila de células alargadas*

envueltas por la pared celular que, reunidas, forman el micelio (en sentido amplio).

Plasmodio: *Un plasmodio es un agregado en forma de masa gelatinosa que se produce en alguna etapa del ciclo vital de algunos microorganismos.*

Mixameba: *Célula ameboide desnuda, con seudópodos que sirven para la locomoción e inclusión de nutrientes. Presente en Myxomycota.*

Esporangio: *El esporangio es la estructura de las plantas, hongos o algas que produce y contiene las esporas.*

Protoplasma: *Sustancia de composición química compleja y abundante contenido de agua que constituye la parte esencial y viva de la célula.*

Peridio: *es una capa externa en ubicada en algunas fructificaciones, esporangios, esporóforos, ascocarpos y algunos basidiocarpos.*

Capilicio: *conjunto de estructuras estériles y filamentosas, libres o anastomosadas, presentes entre las esporas en los cuerpos fructíferos de muchos Myxomicetes y Gasteromycetes.*

Vacuola pulsátil: *son organelas que existen en el citoplasma de las células de ciertos microorganismos que llevan a cabo la osmorregulación, es decir, dejando el medio externo con una concentración igual al ambiente interno de un ser vivo, lo que permite la expulsión del exceso de agua con residuos tóxicos a cuerpo.*

Micelio: *El micelio es la masa de hifas que constituye el cuerpo vegetativo de un hongo. Dependiendo de su crecimiento se clasifican en reproductores (aéreos) o vegetativos. Los micelios reproductores crecen hacia la superficie externa del medio y son los encargados de formar los orgánulos reproductores (endosporios) para la formación de nuevos micelios. Los micelios vegetativos se encargan de la absorción de nutrientes, crecen hacia abajo, para cumplir su función.*

Basidio: *Célula con forma globosa a cilíndrica. En ellos se forman las esporas de origen sexual de la clase Basidiomicetes.*

Lamélula: *Lámina más corta, que no llega al pie, está intercalada entre las láminas.*

Cespitosa: *que crecen dando matas densas y cuyas innovaciones se desarrollan próximas a los tallos del año anterior.*

Peritrico: *rodeado de pelos, se aplica sobre todo a las bacterias provistas de flagelos.*

Indol: *el Indol es un compuesto orgánico heterocíclico, con estructura bicíclica que consiste en un anillo de seis miembros (benceno) unido a otro de cinco miembros (pirrol).*

Escinde: *(escindir) Separar o dividirse en dos o más partes de importancia similar.*

