

UNIVERSIDAD NACIONAL DE SAN ANTONIO ABAD DEL CUSCO

FACULTAD DE CIENCIAS AGRARIAS

ESCUELA PROFESIONAL DE AGRONOMÍA TROPICAL



---

**“PRODUCCIÓN DE TRES ESPECIES DE *Pleurotus spp* (*P. ostreatus*, *P. djamor* y *P. eryngii*) UTILIZANDO DIFERENTES SUSTRATOS, EN EL CENTRO AGRONÓMICO K’AYRA – SAN JERÓNIMO – CUSCO”.**

---

Tesis presentada por la Bachiller en Ciencias Agrarias: **NURIA INGRID RAMOS CONDORI**

Para optar al Título Profesional de: **INGENIERO AGRÓNOMO TROPICAL**

Asesor: **Mgt. LUIS J. LIZÁRRAGA VALENCIA**

**Cusco – Perú**

**2018**

## **DEDICATORIA**

### **Al amado Dios.**

Por bendecir mi hogar, mi trabajo, mis estudios y prosperarme con abundancia en salud, paz, misericordia, favor, gozo y sabiduría, por darme una familia maravillosa y derramar su bendición en ella; por darme la fortaleza y guiar mis pasos por senderos de paz y felicidad.

### **A mis padres.**

Wilfredo Ramos Cáceres y Nazaria Condori Choque (quien desde el cielo me protege) a ellos por el apoyo infinito en sus esfuerzos, sacrificios, dedicación, paciencia, oraciones, el amor brindado y sus sabias enseñanzas con sus experiencias y valores que debo realizar en mi vida diaria, cuyos consejos fueron vitales para la prosperidad en mis metas por ello decirles que los quiero mucho y agradecerles por ese apoyo inconmensurable.

### **A mis hermanos (as)**

Greta Maite y Franex Wilfredo por su gran apoyo y motivación durante mis estudios.

## **AGRADECIMIENTO**

A la Universidad “Nacional de San Antonio Abad del Cusco” mediante la Facultad de Ciencias Agrarias, por brindarme un segundo hogar y ser el centro de estudios que me permitió desarrollar el camino al éxito en mi vida profesional.

A mi asesor, el Mgt. Luis Justino Lizárraga Valencia, por el asesoramiento y todo el apoyo brindado desde la iniciativa de mi proyecto de investigación, por su sincera amistad y que gracias a sus conocimientos han permitido que el presente trabajo salga adelante, por todo ello agradecerlo eternamente.

A los catedráticos de la Escuela Profesional de Agronomía Tropical – Quillabamba, docentes de mi vida universitaria por las enseñanzas y lecciones impartidas. A los señores docentes de la Facultad de Ciencias Agrarias de la UNSAAC – K’ayra, por la paciencia y sabios conocimientos brindados hacia mi persona en el tiempo que estuve con ellos.

A mis compañeros y amigos de mi vida universitaria, por la amistad, consejos, apoyo ánimo, gratos momentos compartidos que hicieron y tornaron mucho más agradable el estudio.

A mis padres, hermanos y demás familiares, quienes forman parte de mi desarrollo intelectual y mi crecimiento como persona.

## RESUMEN

El trabajo de investigación titulado “**PRODUCCIÓN DE TRES ESPECIES DE *Pleurotus spp* (*P. ostreatus*, *P. djamor* y *P. eryngii*) UTILIZANDO DIFERENTES SUSTRATOS, EN EL CENTRO AGRONÓMICO K’AYRA – SAN JERÓNIMO – CUSCO**”, tuvo la finalidad de evaluar la producción de tres especies de hongos comestibles del genero *Pleurotus spp.*, en 3 sustratos, determinar el sustrato óptimo para el desarrollo de los hongos (*P. ostreatus*, *P. djamor* y *P. eryngii*), evaluar las características morfológicas de basidiocarpos de los hongos (*P. ostreatus*, *P. djamor* y *P. eryngii*) y evaluar la eficiencia biológica y la tasa de productividad de los hongos (*P. ostreatus*, *P. djamor* y *P. eryngii*).

Respecto a la metodología empleada, se emplearon cepas de *Pleurotus spp.* (*P. ostreatus*, *P. djamor* y *P. eryngii*) adquiridas de los laboratorios de la Empresa Bio Setas Perú, se dispuso de 6 sustratos, 18 tratamientos con 5 repeticiones, los sustratos estuvieron compuestos por rastrojo de maíz, rastrojo de avena, rastrojo de papa, rastrojo de maíz – avena, rastrojo de maíz - papa y rastrojo de avena – papa. Los sustratos se picaron en trozos de 2 a 3 cm para obtener una mezcla homogénea, y fueron sometidos a un proceso de esterilización.

En torno a los resultados, la especie *Pleurotus ostreatus* fue la que presentó mayor rendimiento en presencia del sustrato compuesto por rastrojo de papa (O – P) con un rendimiento de (291.80 kg), la especie *Pleurotus djamor* en presencia del sustrato compuesto por avena – maíz (D – AM) fue el tratamiento con mayor porcentaje en degradación del sustrato (95.9308%); en cuanto a características morfológicas de basidiocarpos, la especie *Pleurotus djamor* en los sustratos rastrojo de maíz y papa (D – MP) y rastrojo de maíz – avena (D – MA), presentaron mayor número de basidiocarpos (31.80) y (31.20), la especie *Pleurotus eryngii* en el sustrato rastrojo de avena – maíz (E – AM), fue la que presentó mayor peso de basidiocarpos (28.633 gr), la especie *Pleurotus eryngii* en el sustrato rastrojo de papa (E – P), y en el sustrato maíz – papa (E – MP) presentó (115.20cm) y (114.60cm) respectivamente. En cuanto a eficiencia biológica y tasa de productividad de los diferentes hongos la especie *Pleurotus ostreatus* en el sustrato rastrojo de papa (O – P), presentó mayor eficiencia biológica de los basidiocarpos (29.18%), y la especie *Pleurotus ostreatus* en el sustrato rastrojo de papa (O – P), presentó mayor tasa de productividad (0.3138%).

## ÍNDICE

	Pag.
DEDICATORIA.....	i
AGRADECIMIENTO.....	ii
RESUMEN .....	iii
INTRODUCCIÓN .....	1
1. PROBLEMA OBJETO DE INVESTIGACIÓN.....	2
1.1. IDENTIFICACIÓN DEL PROBLEMA OBJETO DE INVESTIGACIÓN.....	2
1.2. FORMULACIÓN DEL PROBLEMA OBJETO DE INVESTIGACIÓN .....	3
II. OBJETIVOS Y JUSTIFICACIÓN.....	4
2.1. OBJETIVOS.....	4
2.1.1. Objetivo General .....	4
2.1.2. Objetivos Específicos .....	4
2.2. JUSTIFICACIÓN.....	4
III. HIPÓTESIS .....	6
3.1. HIPÓTESIS GENERAL.....	6
3.2. HIPÓTESIS ESPECÍFICAS .....	6
IV. MARCO TEÓRICO .....	7
4.1. ANTECEDENTES .....	7
4.2. LOS HONGOS .....	8
4.2.1. Generalidades de los hongos .....	8
4.2.2. Concepto de hongo .....	8
4.3. HONGOS COMESTIBLES.....	9
4.3.1. Definición de hongos comestibles .....	9
4.3.2. Clasificación de los hongos comestibles de acuerdo al sustrato .....	10
4.4. <i>Pleurotus spp.</i> .....	10
4.4.1. Generalidades del genero <i>Pleurotus</i> .....	10
4.4.2. Clasificación taxonómica de <i>Pleurotus spp.</i> .....	11
4.4.3. <i>Pleurotus ostreatus</i> (Jacq. ex Fr.) P.Kummer .....	11
4.4.4. <i>Pleurotus djamor</i> (Rumph. ex Fr.) Boedijn.....	13
4.4.5. <i>Pleurotus eryngii</i> (DC.) Quéll.....	15
4.4.6. Propiedades y valor nutricional.....	16
4.4.7. Propiedades medicinales de las setas.....	18
4.4.8. Hábitat natural del hongo.....	20
4.4.9. Requerimientos nutricionales .....	21
4.4.10. Fenología del Hongo Comestible .....	23

4.5. TÉCNICAS DE CULTIVO DEL HONGO <i>Pleurotus spp.</i> .....	25
4.5.1. Tipos de sustrato .....	25
4.5.2. Producción de <i>Pleurotus spp.</i> .....	25
4.6. DE LOS SUSTRATOS (RESIDUOS AGROINDUSTRIALES).....	30
4.6.1. Residuos agroindustriales .....	30
4.6.2. Composición química de los residuos agroindustriales .....	31
V. DISEÑO DE LA INVESTIGACIÓN .....	36
5.1. TIPO DE INVESTIGACION .....	36
5.2. UBICACIÓN ESPACIAL .....	36
5.2.1. Ubicación política.....	36
5.2.2. Ubicación geográfica .....	36
5.2.3. Ubicación hidrográfica .....	36
5.2.4. Ubicación ecológica.....	37
5.3. UBICACIÓN TEMPORAL .....	37
5.4. MATERIALES Y MÉTODOS.....	37
5.4.1. Material experimental .....	37
5.4.2. Sustratos .....	38
5.4.3. Otros materiales .....	38
5.5. METODOLOGÍA .....	38
5.5.1. Tratamientos en estudio.....	39
5.5.3. Características del experimento .....	42
5.5.4. Conducción del experimento .....	42
5.5.5. Evaluación de las variables.....	45
5.5.6. Análisis de datos .....	46
VI. RESULTADOS Y DISCUSIÓN.....	47
6.1. SUSTRATO ÓPTIMO PARA EL DESARROLLO DE LAS DIFERENTES ESPECIES DE HONGOS .....	47
6.1.1. Rendimiento .....	47
6.1.2. Porcentaje de Degradación del Sustrato.....	55
6.2. CARACTERÍSTICAS MORFOLÓGICAS DE LOS BASIDIOCARPOS DE LAS DIFERENTES ESPECIES DE HONGOS.....	63
6.2.1. Número de Basidiocarpos .....	63
6.2.2. Peso promedio por basidiocarpo.....	71
6.2.3. Diámetro de pileo .....	79
6.3. EFICIENCIA BIOLÓGICA Y TASA DE PRODUCTIVIDAD DE LAS DIFERENTES ESPECIES DE HONGOS .....	87

6.3.1. Eficiencia Biológica .....	87
6.3.2. Tasa de Productividad.....	95
VII. DISCUSIÓN .....	103
VIII. CONCLUSIONES Y SUGERENCIAS .....	106
SUGERENCIAS .....	107
IX. BIBLIOGRAFÍA .....	108
ANEXOS .....	113

## INTRODUCCIÓN

Se conocen más de 100 especies de hongos comestibles, sin embargo, en los países en los que se van incrementando en sus recursos forestales, aumenta el consumo de hongos.

Destaca el alto contenido proteico de los hongos, que entre las hortalizas solo se ve igualado por el de las leguminosas lo que explica la denominación con que también se conocen de “carne de bosque”. La proteína contenida en las setas es digestible hasta en el 70 – 80 % y posee un elevado valor nutritivo. La taza proteica varía de acuerdo con la edad y la especie del hongo, además de estos posee propiedades medicinales beneficiosas para la salud.

El Cusco por sus características agroecológicas posee un alto potencial para el cultivo de hongos comestibles entre estos el *Pleurotus spp.* considerado como una alternativa alimenticia de gran potencial económico. *Pleurotus spp.* se puede reproducir en diferentes sustratos de origen lignocelulosico como rastrojo de maíz, avena y papa un recurso natural renovable, con grandes extensiones de este recurso poco utilizado. Además de esto el ciclo de producción de *Pleurotus spp.* es relativamente corto en comparación a otros cultivos, la inversión para iniciar esta actividad es baja.

Las especies propuestas para este estudio son de importancia económica en lo que respecta a hongos comestibles y es por eso que existen laboratorios en la región que comercializan las cepas para su cultivo teniendo como antecedente las características benéficas del cultivo de estos alimentos; con este estudio se intenta masificar y fomentar su cultivo para mejorar las dietas de las poblaciones en general, creando un diseño dinámico y viable en costos y procesos.

**La Autora.**

## 1. PROBLEMA OBJETO DE INVESTIGACIÓN

### 1.1. IDENTIFICACIÓN DEL PROBLEMA OBJETO DE INVESTIGACIÓN

En la región Cusco, el problema nutricional que aqueja a la gran mayoría de familias campesinas es la disponibilidad de fuentes de proteínas, ya que en el campo solo se consume: carne de animales silvestres (10%), pollo congelado (25%), chalona (30%), carne fresca (10%) en forma esporádica, presentando problemas de desnutrición y presencia de enfermedades en los pobladores de la zona. **Singer (1974)**.

El hongo *Pleurotus spp.* posee un alto contenido proteico de 10 a 30%, contiene vitaminas tales como: tiamina (vitamina B1), riboflavina (vitamina B2), niacina, biotina y ácido ascórbico (vitamina C), **Collazos (1996)**; con lo cual ayudan a mejorar la situación nutricional y calidad de vida del hombre.

Por otro lado, en la región Cusco se produce grandes cantidades de residuos agrícolas, siendo uno de los cultivos de mayor importancia el Maíz, cuyos restos agrícolas son destinados al alimento del ganado, pero generalmente se quedan en un buen porcentaje en el campo, del mismo modo el rastrojo de Papa, Avena; y demás residuos agrícolas que pueden ser aprovechados ecológica y económicamente para el cultivo de *Pleurotus spp.* Con la finalidad de generar ingresos económicos adicionales. El hongo *Pleurotus spp.* ayuda a prevenir ciertas enfermedades ya que posee propiedades medicinales como: reducción de la presión arterial, anti cancerígeno, antioxidante, disminución de la viscosidad de la sangre, **Singer (1974)**.

Por lo expuesto, se consideró necesario realizar un estudio al respecto: "Producción de tres especies de *Pleurotus spp.* (*P. ostreatus*, *P. djamor* y *P. eryngii*) utilizando diferentes sustratos; en el centro agronómico K'ayra - San Jerónimo - Cusco", cuyo objetivo principal es dar un uso adecuado a recursos como el rastrojo de maíz, papa y avena para obtener un alimento nutritivo de alto valor proteico como es el hongo comestible *Pleurotus spp.* y de esta manera tratar de mitigar la desnutrición que aqueja a nuestra región y a todo el Perú.

## **1.2. FORMULACIÓN DEL PROBLEMA OBJETO DE INVESTIGACIÓN**

### **1.2.1. Problema General**

- ¿Cómo será la producción de tres especies de hongos comestibles del género *Pleurotus spp* (*P. ostreatus*, *P. djamor* y *P. eryngii*), mediante la utilización de diferentes sustratos en el centro agronómico K'ayra - San Jerónimo – Cusco?

### **1.2.2. Problema General**

- ¿Cuál será el sustrato óptimo para el desarrollo de los diferentes hongos (*P. ostreatus*, *P. djamor* y *P. eryngii*)?
- ¿Cómo serán las características morfológicas de los basidiocarpos de los diferentes hongos (*P. ostreatus*, *P. djamor* y *P. eryngii*)?
- ¿Cuál será la eficiencia biológica y la tasa de productividad de los diferentes hongos (*P. ostreatus*, *P. djamor* y *P. eryngii*)?

## II. OBJETIVOS Y JUSTIFICACIÓN

### 2.1. OBJETIVOS

#### 2.1.1. Objetivo General

- Evaluar la producción de tres especies de hongos comestibles del genero *Pleurotus spp.* (*P. ostreatus*, *P. djamor* y *P. eryngii*), mediante la utilización de diferentes sustratos en el centro agronómico K'ayra - San Jerónimo - Cusco.

#### 2.1.2. Objetivos Específicos

- Determinar el sustrato óptimo para el desarrollo de los diferentes hongos (*P. ostreatus*, *P. djamor* y *P. eryngii*).
- Evaluar las características morfológicas de los basidiocarpos de los diferentes hongos (*P. ostreatus*, *P. djamor* y *P. eryngii*).
- Evaluar la eficiencia biológica y la tasa de productividad de los diferentes hongos (*P. ostreatus*, *P. djamor* y *P. eryngii*).

### 2.2. JUSTIFICACIÓN

*Pleurotus spp.* es un alimento de consumo humano con una buena fuente de proteínas, vitaminas y minerales, que inducen a una mejor respuesta inmune, ideal para mantener una buena salud, presenta buenas características organolépticas.

El cultivo de *Pleurotus spp.* constituye uno de los pocos procesos que transforman residuos lignocelulosicos en proteína para consumo humano de manera directa produciendo altos rendimientos y con muy buena eficiencia biológica al utilizar distintos rastrojos de cultivos agrícolas como sustrato.

En comparación con el tiempo de producción de productos agrícolas como tubérculos, cereales o legumbres la campaña productiva dura de tres a seis meses hasta la primera cosecha y la producción de *Pleurotus spp.* va desde el mes a tres meses produciendo hasta tres cosechas en ese periodo de tiempo, obteniendo así un producto comestible en menor tiempo.

En la zona no existen trabajos similares, este trabajo de investigación está relacionada a la evaluación de sustratos en la producción de *Pleurotus spp.*, ya

que existen innumerables residuos agrícolas en las parcelas de los agricultores que pueden ser aprovechadas económicamente en la producción de hongos comestibles generando una nueva actividad económica.

Para esta tesis se usaron tres tipos de sustratos rastrojo de Avena (*Avena sativa*), residuos agrícolas de Papa (*Solanum tuberosum*) y rastrojo de Maíz (*Zea mays*) los cuales se eligieron por las grandes extensiones de tierras que ocupa y por el poco uso que se da, sería un recurso potencial para el cultivo del hongo, contribuyendo así a la mitigación de la desnutrición de los pobladores de las zonas alto andinas.

Es necesario diversificar las actividades económicas, siendo la producción de hongos comestibles como *Pleurotus spp.* una nueva actividad que generaría ingresos económicos, aprovechando los rastrojos de cultivos de las fincas, de esta manera permitiría mejorar la condición socio-económica y la calidad de vida del agricultor y/o poblador.

Es necesario conocer el comportamiento y desarrollo del hongo *Pleurotus spp.* en los diferentes sustratos (residuos agrícolas y otros), debido a que se encuentran disponibles casi durante todo el año, esto aportaría a las personas interesadas se dediquen a esta actividad con ingresos rentables mejorando por ende su calidad de vida del productor y su familia.

Por estas razones el presente trabajo de investigación contribuye con la producción de hongos comestibles de alta calidad proteica y en cualquier época del año, utilizando recursos lignocelulosicos como la avena, papa y el maíz.

### III. HIPÓTESIS

#### 3.1. HIPÓTESIS GENERAL

- Existen diferencias estadísticas significativas entre las tres especies de *Pleurotus* propagadas en diferentes sustratos.

#### 3.2. HIPÓTESIS ESPECÍFICAS

- Existen diferencias significativas entre los diferentes tipos de sustrato empleado en la propagación de tres especies de *Pleurotus*.
- Existen diferencias significativas entre las características morfológicas de tres especies de *Pleurotus* propagadas en diferentes sustratos.
- Existen diferencias significativas entre la eficiencia biológica y tasa de productividad de tres especies de *Pleurotus* propagadas en diferentes sustratos.

## IV. MARCO TEÓRICO

### 4.1. ANTECEDENTES

**Chávez, I. (2016)**, concluye en su estudio “*Stipa ichu* alternativa local en el cultivo de *Pleurotus ostreatus* (Jacquin ex Fr.) Kemmer” realizado en la Universidad Nacional de San Antonio Abad del Cusco, se obtuvo mayor rendimiento en el tratamiento T2 (I 80%+C 20%) con un total de 1,032g de hongo fresco, del mismo modo la mayor eficiencia biológica lo obtuvo del mismo tratamiento con 188% y en cuanto a menor tiempo de producción del sustrato fue el tratamiento T4 (I 20%+C 80) con 77.8 días y el mayor tiempo corresponde a T1 (Ichu 100%) con 89.2 días.

**Martínez, D., (2014)**, concluye en su estudio “Producción de tres especies de *Pleurotus spp.* utilizando diferentes sustratos; Nuevo Progreso, San Marcos” realizado en la Universidad Rafael Landívar, se logró una tasa de productividad para el *P. pulmonaris*, seguido de *P. ostreatus*, ambos en sustrato de Olote en combinación con pulpa de café en una relación de 3:1, fueron las que más sobresalieron, con un 43.00% y 41.58% de eficiencia biológica.

**Moreno, M., (2008)**, concluye en su trabajo titulado “Producción de setas de *Pleurotus eryngii* (DC.: Fr) Quel. en paja de trigo y posterior evaluación del sustrato bioaumentado incorporado a un suelo Hapludand” realizado en la Universidad Austral de Chile, en el que indican que los tratamientos térmicos realizados a la paja de trigo condicionan para que se desarrolle una menor o mayor eficiencia biológica de *Pleurotus eryngii*, donde se logra mayor eficiencia biológica en paja pasteurizada.

**Motato, K. et. al., (2005)**, concluyen en su trabajo titulado “Evaluación de los residuos agroindustriales de plátano (*Musa paradisiaca*) y aserrín de abarco (*Cariniana piriformes*) como sustratos para el cultivo del hongo *Pleurotus djamor*”, realizado en la Universidad de Antioquia , Medellín – Colombia, en el que indican que el plátano posee características apropiadas como sustrato para el desarrollo de los basidiocarpos agregándole valor nutritivo con alto contenido de proteínas (38.5%), baja cantidad de grasa y bajo costo de producción.

**Hernández, R. y López, C., (1948)**, concluye en su trabajo “Evaluación y producción de *Pleurotus ostreatus* sobre diferentes residuos agroindustriales del Departamento de Cundinamarca” realizado en la Pontificia Universidad Javeriana en Bogotá, D.C. que el mejor sustrato para el desarrollo y producción de *Pleurotus ostreatus* es el capacho de uchuva ya que alcanza un porcentaje de eficiencia biológica de 76.1% en un periodo total de producción de 41 días y una rentabilidad de 39.03 kg/m<sup>2</sup> con excelentes características organolépticas.

## **4.2. LOS HONGOS**

### **4.2.1. Generalidades de los hongos**

**Mata, G. y Martínez, D., (1998)**, menciona que todos los hongos pertenecen al reino Fungí, un grupo muy diferente al de las plantas y animales. Contrario de las plantas, los hongos no producen su propio alimento, sino que dependen de otros organismos y su descomposición para alimentarse; estos pueden ser saprófitos, simbióticos o parásitos. Forman hifas las cuales son pequeños hilos que se originan de las esporas. Las hifas, al expandirse y desarrollarse, formarán una masa blanca y algodonosa llamada micelio, la cual dará lugar a las estructuras reproductivas.

El hongo está constituido por el micelio, mientras que los cuerpos fructíferos (basidiocarpos) son las estructuras que se observan a simple vista sobre el sustrato. Su principal función es la de producir esporas para ser diseminadas en el medio ambiente. Los cuerpos fructíferos son estacionales de corta vida, al contrario del micelio, el cual puede permanecer en el sustrato por cientos de años.

### **4.2.2. Concepto de hongo**

**Sánchez, J. y Royse, D., (2001)**, conceptualizan que los hongos son organismos que poseen células eucariotas, son heterótrofos, portadores de esporas y carecen de clorofila, abarcan Mas de 1000 especies reunidas en 20 clases se distinguen los hongos sin pared celular Myxomicota y hongos verdaderos o Eumycota. Su forma de reproducción puede ser sexual o asexual. Con base en su tamaño y forma de crecimiento se distinguen los hongos rmacroscópicos y los microscópicos. Dentro de estos últimos están comprendidos los mohos, las levaduras y los hongos Fito patógenos; dentro de los

macroscópicos están considerados los hongos comestibles, los alucinógenos, los venenosos, etc.

**Guzmán, G., (2000)**, clasifica a los hongos en función de su forma de nutrición, los hongos se dividen en tres grandes grupos:

- Los saprófitos, que se alimentan de materia orgánica muerta (mayoría de los hongos comestibles).
- Los parásitos, que se alimentan de materia orgánica viva.
- Los simbioses (micorrizicos), que subsisten solo en relación de mutua ayuda con otros organismos.

### **4.3. HONGOS COMESTIBLES**

#### **4.3.1. Definición de hongos comestibles**

**Martínez, D., (2000)**, dice que cuando se mencionan hongos comestibles, muchos piensan de inmediato en *Agaricus sp.* "Champiñón" u hongo de botón. Aunque comercialmente es el que se cultiva con mayor frecuencia. *Agaricus sp* es apenas una de las especies de una extensa familia de setas que se consume por todo el mundo. Por ejemplo, en los trópicos, donde la producción del champiñón es extremadamente difícil, hay una considerable producción de otras especies como: *Volvariella volvacea*, *Pleurotus spp.*

**Agrios, G., (1995)**, menciona que los hongos comestibles pertenecen en su mayoría a la sub división Basidiomycotina y son cultivados bajo ambiente controlado, ya que al ser independientes de otros seres vivos solo basta desarrollar un sustrato lignocelulosico determinado y entregar las condiciones de temperatura, ventilación, humedad y luz adecuadas para lograr que estos hongos crezcan y fructifiquen.

**Chang, S. y Miles, P., (2004)**, afirman que el cultivo de hongos comestibles es una actividad que se desarrolla desde hace más de doscientos años en Europa con el cultivo del champiñón (*Agaricus sp.*) y oreja de negro (*Auricularia sp.*). Estos sistemas productivos eran considerados extensivos, dado que en el caso del Champiñón se recolectaba del estiércol del caballo. En tanto, las orejas de negro eran recolectadas de troncos de bosques. Con el correr del tiempo, la demanda provoco que se generaran sistemas productivos más eficientes y por

ende rentables. Así, se fundaron centros de investigación de excelencia en el cultivo intensivo, entre los que destacan el INRA (Francia) y el Centro de Investigación del Champiñón (Holanda).

#### **4.3.2. Clasificación de los hongos comestibles de acuerdo al sustrato**

**García, A., (2000)**, lo clasifica de acuerdo al tipo de sustrato utilizado, se clasifican en:

- Degradador Primario; puede utilizar como sustrato varios tipos de desechos forestales frescos, como pajas de cereales o aserrines y virutas. Entre los hongos cultivados que pertenecen al grupo de los degradadores primarios encontramos al *Pleurotus spp* y al *Shitake (Lentinus edodes)*, entre muchos otros. A todos estos hongos se les conoce con el nombre de hongos exóticos y abarcan cerca de 60 especies diferentes.
- Degradador Secundario; los sustratos pueden ser los mismos tipos de desechos anteriormente indicados, pero con un proceso de compostaje previo. Dentro de los hongos cultivados que pertenecen al grupo de los degradadores secundarios encontramos al champiñón común o de París (*Agaricus bisporus*), y, en general, a todas las especies del género *Agaricus*, muy comunes en los supermercados. Todos estos hongos se cultivan sobre compost preparado en base a pajas de cereales y estiércol de caballo.

#### **4.4. *Pleurotus spp.***

##### **4.4.1. Generalidades del genero *Pleurotus***

**Sánchez, J. y Royse, D., (2001)**, confirman que el género *Pleurotus* representa un grupo de hongos grandes (basidiomicetos) cuyo nombre proviene del griego “Pleura” el cual quiere decir formado lateralmente o en posición hacía un lado y del latín otus (oreja).

**Ardón, L., (2007)**, menciona que estos grupos de organismos forman parte del grupo de pudrición blanda y pueden crecer sobre una gran variedad de desechos agrícolas. Presenta seis especies lignícolas, los cuerpos fructíferos son solitarios o agrupados, macizos, carnosos en forma de concha o ménsula,

el pie es céntrico o lateral, a menudo muy reducido o rudimentario, láminas decurrentes, esporada blanca lilácea.

#### 4.4.2. Clasificación taxonómica de *Pleurotus spp.*

**Jiménez, L., (2009)**, describe la clasificación taxonómica de la siguiente manera:

Reino: Fungi

División: Eumycota

Subdivisión: Basidiomycota

Clase: Homobasidiomycetes

Subclase: Hymenomycetidae

Orden: Agaricales

Familia: Pleurotaceae

Género: *Pleurotus*

Especies estudiadas: *P. ostreatus* (Jacq. ex Fr.) P. Kummer.

*P. djamor* (Rumph. ex Fr.) Boedijn

*P. eryngii* (DC.) Qué!

#### 4.4.3. *Pleurotus ostreatus* (Jacq. ex Fr.) P.Kummer

##### a. Morfología

**Guzmán, G., et. al., (1993)**, es conocido como seta, oreja blanca, hongo ostra. *P. ostreatus* presenta un sombrero en forma de repisa, de 4-14 cm. de diámetro, blanquecino, gris o de color café grisáceo; las láminas son blanquecinas; presenta un pie lateral corto, que en ocasiones puede ser excéntrico; la carne o contexto es blanca o blanquecina, con sabor y olor agradables. Los cuerpos fructíferos crecen en forma gregaria y por lo general, sobre troncos caídos o en pie, o en diversos restos vegetales. Distribuido por todo el mundo con temperaturas y bosques tropicales.

**Soto, V. et. al., (2004)**, las especies de *Pleurotus spp.*, son de los hongos comestibles cuyo cultivo se ha extendido por más países, debido a que presenta características organolépticas favorables como es un sabor y textura suaves. Los volúmenes de producción de *Pleurotus* lo ubican en el tercer lugar mundial, se han dedicado pocos esfuerzos para desarrollar la tecnología para su cultivo. Si

bien la producción de *Pleurotus* se realiza con procedimientos muy diversos, la mayor parte de ellos se caracteriza por un alto grado de empirismo.

### **b. Características**

Es un hongo comestible, estrechamente emparentado con la seta de cardo (*Pleurotus eryngii*), que se consume ampliamente por su sabor y la facilidad de su identificación. Presenta un sombrero de 5 a 20 cm de diámetro, con el pie desplazado hacia un lado y creciendo habitualmente junto a otros ejemplares superpuestos. La superficie es lisa y brillante; de color gris o gris oscuro, y en ocasiones gris pardo o azulado. El margen del sombrero cambia con la edad, siendo enrollado en los ejemplares jóvenes y abierto en los adultos. Tiene las láminas apretadas, delgadas, recurrentes y de color blanquecino. La carne es firme, algo dura en los ejemplares adultos, y de sabor y olor agradables. Crece en la superficie de tocones y troncos de maderas blandas como el chopo, la haya o el sauce, entre otros.

**Bobek, P., (1998)**, menciona que la seta de ostra, como otras setas, representa una fuente importante de selenio. El selenio es muy importante para el metabolismo humano, y ha demostrado ser uno de los micronutrientes que poseen un mayor efecto antioxidante y de protección contra algunos tipos de cáncer. Su alto contenido en polisacáridos conlleva una acción beneficiosa sobre el sistema inmunológico.

**Zadrazil, F., (1974)**, indica que el micelio de este hongo puede crecer en una temperatura entre 0 y 35 °C, con temperatura óptima de 30 °C, y en un rango de pH entre 5,5 y 6,5 y se ha observado que después de cosechar los cuerpos fructíferos de *P. ostreatus*, en los materiales usados como sustratos las cantidades finales de hemicelulosa, celulosa y lignina se han reducido en un 80% sugiriendo que todos los materiales que contienen estos compuestos, pobres en nitrógeno pueden ser usados como sustratos para *Pleurotus spp.*

**Sánchez, J. y. Royse, D., (2001)**, mencionan que el contenido de humedad en el sustrato para el desarrollo de los hongos debe estar entre el 50 y el 80%, la fructificación suele darse en condiciones normales cuando se tiene un 20% de oxígeno y una concentración de CO<sub>2</sub> no mayor de 800 ppm en el ambiente que

circunda al hongo y la humedad relativa óptima para la fructificación de *P. ostreatus* es de 85 a 90%.

El cultivo de los hongos del género *Pleurotus spp.*, tiene un gran atractivo debido principalmente a que producen proteínas de alta calidad sobre un sustrato que consiste en materiales de desecho de carácter lignocelulósico, materiales producidos en gran cantidad en la actividad agrícola. A pesar de que la calidad de las proteínas de los hongos no es tan alta como la proteína animal, se considera que la producción de ésta es más eficiente en términos de costos, espacio y tiempo.

**Figura 01: *Pleurotus ostreatus*.**



**Fuente: Sánchez, J. y. Royse, D., (2001)**

#### **4.4.4. *Pleurotus djamor* (Rumph. ex Fr.) Boedijn**

##### **a. Morfología**

**Guzmán, G. et al., (1993)**, reportan para esta especie un píleo de (10-) 30-80 (-100) mm de diámetro, con forma variable de flabeliforme a espatulado, petaloide, de color blanco con tonos rosas en estado joven a blanco, amarillento, blanco grisáceo o gris claro en adultos, con una superficie lisa a finamente tomentosa hacia la base, al madurar. Las láminas son adnadas, con frecuencia decurrente, no muy separada, de color blanco a amarillento, con bordes enteros. El estípite puede estar ausente, llegando a ser gradualmente delgado en la base,

de posición lateral o excéntrico, por su consistencia puede ser sólido, subcoriáceo, la superficie es fibrilosa o finamente tomentosa, de color blanco a blanquecino. El contexto (carne) es de color blanco a ligeramente amarillento, higroscópico, compacto, carnoso, con olor farináceo y sabor que desaparece gradualmente al madurar; tiene seis mm de grosor en el píleo, es fibriloso en el estípite. La esporada es de color blanca, grisácea, o gris-amarillenta llegando a ser amarillo miel claro, en ocasiones gris oliváceo claro.

**Stamets, P., (1993)**, indica que esta especie está ampliamente distribuida en el trópico y subtropical, ha sido reportada de Tailandia, Camboya, Singapur, Vietnam, Ceilán, Malasia, Nueva Guinea, Borneo, Japón, Brasil, las Antillas y México. Prefiere maderas tropicales y subtropicales incluyendo además palmas, árboles de caucho y bambú.

#### **b. Características**

**Sierra, J. et .al., (2002)**, menciona que es conocido también como seta salmón o del amor; es la especie con mayor distribución en los trópicos y subtropicos. Su forma general es similar al *P. ostreatus* pero difiere notablemente de esa especie en el color salmón-rosa. Al principio con un fuerte tono rosa, pasa luego a salmón y finalmente palidece a tonos pajizo o beige. Estos cambios de color no solo dependen de la edad sino también de la iluminación que reciben. Crece en maderas duras, en palmas, árbol de goma y hasta en bambú. Esta especie crece de forma silvestre en países tropicales, Su cultivo se inició en Europa, siendo Italia el más interesado.

**Martínez, D., (2014)**, menciona que en los países de origen crece sobre maderas duras, incluso sobre palmas, árbol de la goma y hasta en bambú. Las setas al principio tienen el margen enrollado y luego se aplanan al llegar a la madurez. Las esporas son de color rosa y las variedades rosas que cambian a beige al llegar la madurez producen esporas beige claras. En los países cálidos es la seta más productiva de todas las cultivadas sobre paja.

**Figura 02: *Pleurotus djamor***



**Fuente: Sierra, J. et .al., (2002)**

#### **4.4.5. *Pleurotus eryngii* (DC.) Qué!**

##### **a. Morfología**

**Zervakis, G. et. al., (2001)**, mencionan lo siguiente:

Sombrero: 5-15 cm.; convexo al principio, ligeramente deprimido al madurar, pardo con tonalidades crema al principio. Las láminas son decurrentes, bastante gruesas, de color blanquecino, aunque, al envejecer tornan crema, anastomosadas al pie, pie: entre los 3 - 6 x 0,5 -3 cm, cilíndrico, de central a ligeramente excéntrico, atenuado en la base, de color blanco, la carne es de color blanco, esporada blanca. Esporas elipsoidales, lisas, de 10, 5-12, 5 x 5-6 micras.

##### **b. Características**

**Manzi, P. et. al., (2004)**, indican que las características que han llevado a llamar Ostra Rey (King Oyster) a *P. eryngii* y tener importancia en los mercados asiáticos y europeos, aumentando su producción de 2000 kg en 1996 a 10070 kg en 2001, son la mejor calidad organoléptica (sabor y textura), aroma y culinaria de sus setas, la buena conservación en el tiempo de las setas, su importancia científica en la medicina (contrarresta deficiencias renales, inflamación, hipertensión e hiperlipemia), y su cualidad de degradar residuos

lignocelulíticos, muy importante en estudios de lignificación biotecnológica de manufacturación de pulpa de papel (Caramelo, L. et. al., 1999).

**Figura 03: *Pleurotus eryngii***



Fuente: Zervakis, G. et. al., (2001)

#### 4.4.6. Propiedades y valor nutricional

El contenido nutricional en base a gramos de *Pleurotus sp.* se presenta en el siguiente cuadro.

**Cuadro 1: Contenido nutricional de *Pleurotus spp.***

NOMBRE	PESO
Calorías	14,0 g
Proteínas	1,9 g
Grasa	0,1 g
Calcio	6,0 mg
Fósforo	68,0 mg
Hierro	0,5 mg
Vitamina B1	0,1 mg
Vitamina B2	0,45 mg
Vitamina B3	4,2 mg
Vitamina C	3,0 mg

Fuente: <http://www.hongoscomestibles-latinoamérica>

Collazos, C. et. al., (1996), comenta que además contiene algunos componentes como:

- Carbohidratos: 48.9 %
- Grasa: 2.2 %
- Riboflavina: 4.7 mg/100 g
- Niacina: 108.7 mg/100 g
- Tiamina: 4.8 mg/100 g

**Singer, R., (1975)**, menciona que el hongo puede ser presentado en forma fresca, deshidratado. Constituye una producción ecológica, ya que genera alimento animal y humano a partir de residuos agrícolas.

**Cuadro 2: Nutricional de Pleurotus spp. frescos.**

<b>Calorías</b>	<b>33</b>	
	<b>Cantidades por porción (100g.)</b>	<b>% Recomendado diario</b>
Grasas totales	0 g	0%
Grasas saturadas	0 g	0%
Colesterol	0 mg	0%
Sodio	33 mg	1%
Total Carbohidratos	3g	1%
Fibra dietética	<1 g	3%
Azúcares	<1 g	
Proteínas	4.4g	
Vitamina A		0%
Vitamina C		0%
Calcio		0%
Hierro		0%

Fuente: <http://www.hongoscomestibles-latinoamérica>

**Cuadro 3: Nutricional de Pleurotus spp. deshidratados**

<b>Tamaño de la porción</b>	<b>Cantidad en base a la porción</b>	<b>7 gramos % diario recomendado</b>
Calorías	25	
Total grasas	0 g	0%
Grasas saturadas	0 g	0%
Colesterol	0 mg	0%
Sodio	5 mg	1%
Total carbohidratos	4 g	1%
Fibra	0.5 g	3%
Azúcares	0 g	
Proteínas	2 g	

Fuente: <http://www.hongoscomestibles-latinoamérica>

#### 4.4.7. Propiedades medicinales de las setas

El consumo frecuente de setas beneficia la salud y bienestar general, sobre todo en los que se refiere a la prevención de las enfermedades que comúnmente ocasionan las dietas inadecuadas.

Se mencionan algunas de las propiedades medicinales que se han encontrado al *Pleurotus spp.*

##### a. Efectos antitumorales:

**Galindo, M., (1991)**, el *Pleurotus spp.* contiene cantidades importantes de polisacáridos de estructura molecular compleja, los cuales se le ha encontrado una importante cantidad antitumoral, es decir, se ha comprobado a nivel laboratorio que estas sustancias son capaces de retardar y disminuir el tamaño de algunos tipos de tumores, además de prevenir la formación de estos. El mecanismo consiste en que estos polisacáridos actúan como potenciadores de las células de defensa que posteriormente destruyen las células cancerosas sin ocasionar efectos colaterales.

**Martínez, D. et al (2010)**, menciona del ergosterol, su potente actividad como inhibidor de crecimiento de cáncer de vejiga de ratas.

##### b. Efectos antivirales:

Los mismos mecanismos que estimulan el sistema inmune del organismo, actúan de la misma manera para combatir algunos agentes infecciosos, tanto virales como bacterianos, el hecho de que se puedan activar mediante estos polisacáridos ciertos sistemas de defensa puede contribuir como coadyuvante en el tratamiento de enfermedades de deficiencia inmunológica como el SIDA y otras enfermedades de origen autoinmune como la Artritis reumatoide o el Lupus.

**Noda, S., 1998**, mencionado por **Candía, N. (2009)**, ha encontrado que el micelio del *Pleurotus ostreatus* contiene una mezcla de diferentes polisacáridos debajo peso molecular y sustancias similares a la Zeatina, las cuales contienen citoquinina, estas son sustancias similares a fitohormonas que se sabe tienen efectos antivirales y que no causan efectos colaterales ni toxicidad en pacientes enfermos.

**Talledo, G. (2004)**, menciona que en el año 2000 se identificó una proteína similar a ubiquitina denominada “*Pleurotus proteína ubiquitin*” que inhibe la actividad del virus HIV-1. Esta forma única de ubiquitin parece interferir en la división celular evitando la división de células infectadas por el virus HIV.

**c. Efecto antiinflamatorio:**

**Noda, S., 1998**, citado por **Candía, N. (2009)**, indica que *Pleurotus ostreatus* tiene también propiedades antiinflamatorias, se han hecho investigaciones en donde se aislaron glicopeptidos (lectinas) que contienen aminoácidos, ácidos con glucosa, arabinosa, galactosa, manosa y xilosa, en la cadena de carbohidratos, con excelente capacidad fúngica y antibiótica, estos componentes han sido aislados tanto del micelio como de los cuerpos fructíferos de *Pleurotus ostreatus*.

**Vedder, J., (1996) y Martínez, D. et. al. (2010)**, indican que hay otras importantes sustancias con actividad antibiótica son los componentes aromáticos volátiles que caracterizan a la mayoría de especies de *Pleurotus* o Setas, estos son componentes de 08 carbonos en su estructura molecular y son las moléculas que originan el aroma y sabor característico que distingue a este tipo de hongos, esta sustancia denominada pleurotina ha demostrado tener una fuerte capacidad antibacteriana y por tanto antiinflamatoria contra diferentes tipos de agentes infecciosos.

**d. Control del colesterol:**

En los cuerpos fructíferos del *Pleurotus spp.* se ha encontrado en forma natural una sustancia que baja el colesterol, los triglicéridos y las lipoproteínas de muy baja densidad (VLDL, por sus siglas en ingles) de la sangre de nombre Lovastatin o Lovastatina cuyo uso ha sido aprobado en los Estados Unidos por la FDA y que utiliza como principio activo de diferentes medicamentos recetados comúnmente por los médicos para el tratamiento de la hipercolesterolemia.

**Gunde, N. y Cymerman, A., (1995)**, mencionado por **Rojas, C. (2000)**, por otro lado, las setas contienen también Mevinolin y otras sustancias relacionadas que son potentes inhibidores de la HMG CoA reductasa principal enzima

responsable en la biosíntesis del colesterol. Por tales efectos producidos por estas sustancias se le considera como un hongo hepatoprotector.

#### **4.4.8. Hábitat natural del hongo**

**Stamets, P. y Chilton, J., (1983)**, afirman que un factor importante para asegurar el crecimiento y desarrollo de los hongos es la provisión de un medio ambiente adecuado para su crecimiento, tanto vegetativo como reproductivo. Al no tener piel, los hongos son fácilmente afectados por las condiciones de crecimiento, por lo tanto, puede decirse que el éxito o fracaso del cultivo depende del control de las condiciones de crecimiento por parte del fungicultor. Los factores ambientales que afectan el cultivo incluyen la temperatura, humedad, pH, luminosidad, oxígeno y ventilación. Para asegurar el crecimiento y desarrollo de los hongos es necesario considerar las siguientes variables y sus rangos óptimos:

##### **a. Temperatura**

**Pavlich, H., (2001)**, dice que son organismos mesófilos (10 a 40 °C), con una temperatura óptima de crecimiento entre 20 y 30 °C.

##### **b. Humedad**

**Pavlich, H., (2001)**, afirma que la humedad adecuada para su desarrollo se encuentra entre 30 y 80%.

##### **c. pH**

**Pavlich, H., (2001)**, menciona que, en contraste con las bacterias, los hongos prefieren un medio ácido para su crecimiento, en un rango de pH de 4 a 7, siendo el óptimo un pH entre 5.5 y 6.

##### **d. Luminosidad**

**Pavlich, H., (2001)**, comenta que durante la etapa de colonización del sustrato se debe trabajar bajo completa oscuridad, sin embargo, durante la fructificación es necesario alternar los períodos de luz y oscuridad.

#### e. Oxígeno

**Pavlich, H., (2001)**, indica que como la mayoría de los hongos son organismos aerobios, su respiración se produce cuando existe presencia de oxígeno.

#### f. Ventilación o aireación

**Pavlich, H., (2001)**, asevera que, siendo organismos aerobios, los hongos necesitan de aire fresco durante su crecimiento, pero requieren más ventilación durante la etapa de fructificación.

**Cuadro 4: Valores óptimos de los factores que influyen en el crecimiento de *Pleurotus* spp.**

Factor	Crecimiento micelial	Fructificación
Temperatura	25-33 °C	28 °C
Humedad del ambiente	Baja humedad	85 %
Humedad del sustrato	70%	50 %
pH del sustrato	6.0 -7.0	6.5 – 7.0
Ventilación	Aire normal	Buena ventilación
Luminosidad	Oscuridad	Buena (150-200 lux)

Fuente: Acosta, L. y Bustos, Z. (1998)

#### 4.4.9. Requerimientos nutricionales

##### a. Carbono

**Sánchez, J. y Royse, D., (2001)**, afirman que el carbono es necesario para los hongos porque es la fuente directa de energía para su metabolismo, así mismo, es necesario para la formación de las diferentes partes y estructuras celulares. Dada la importancia que tiene para la vida de la célula, este elemento es el que requiere en mayores cantidades. El carbono puede ser utilizado por el hongo a partir de diferentes fuentes como polímeros, carbohidratos, lípidos, etc.

##### b. Polímeros

**Sánchez, J. y Royse, D., (2001)**, comentan que la mayoría de los basidiomicetos son considerados "degradadores de madera" porque son capaces de crecer sobre la biomasa proveniente de las plantas leñosas. Las especies de *Pleurotus* son consideradas de pudrición blanca porque son capaces de degradar materiales ricos en lignina, celulosa y hemicelulosa,

observaron que el contenido de lignina de rastrojo de algodón fue disminuido por *Pleurotus spp.* en un 70 % en 21 días, y concluyó diciendo que todos materiales que contengan celulosa y lignina (con excepción de los tóxicos y los pobres en nitrógeno), pueden ser usados como sustratos para *Pleurotus spp.*

#### **c. Azúcares**

**Sánchez, J. y Royse, D., (2001)**, comentan que los carbohidratos se encuentran entre las fuentes de carbono preferidas por las especies de *Pleurotus spp.*; la glucosa, manosa y la galactosa son buenos sustratos para esta especie, mientras que la xilosa y la arabinosa producen un crecimiento deficiente.

#### **d. Lípidos**

**Sánchez, J. y Royse, D., (2001)**, afirman que la adición de aceites vegetales tiene un efecto benéfico para el crecimiento micelial de *P. djamor* y *P. ostreatus*, los productores de la hidrólisis de aceites deprimen el crecimiento, pero la adición de triglicéridos y metil ésteres de ácidos grasos generalmente promueven el crecimiento.

#### **e. Nitrógeno**

**Monterroso, O., (2007)**, dice los sustratos sobre los que suelen fructificar las especies de *Pleurotus* pueden contener valores bajos de nitrógeno por lo que se ha llegado a pensar que este género es capaz de fijar nitrógeno atmosférico sin que esto haya sido demostrado, si es notorio que la concentración en nitrógeno en el cuerpo fructífero en algunos casos es mayor que la del sustrato sobre el cual crece. Las especies de *Pleurotus* tienen la capacidad de crecer sobre fuentes inorgánicas de nitrógeno, como el nitrato de potasio o la urea, aunque se observa que prefieren las fuentes orgánicas para su crecimiento óptimo.

#### **f. Minerales**

**Sánchez, J. y Royse, D., (2001)**, concluye que los rendimientos más altos para el cultivo de *Pleurotus djamor* se dio cuando usaron concentraciones de 0.22, 0.28, 0.98 y 0.049 mg/l de fósforo, potasio, calcio y magnesio respectivamente.

#### **g. Vitaminas**

**Sánchez, J. y Royse, D., (2001)**, menciona en un estudio realizado por Hashimoto y Takahashi, indicaron que *Pleurotus spp.* requiere tiamina para su crecimiento en una concentración optima de 100mg/l y que cuando tal vitamina este presente, ninguna otra es necesaria.

#### **4.4.10. Fenología del Hongo Comestible**

##### **a. Semilla**

**Stamets, P., (2000)**, dice un factor muy importante es la semilla, que es la expansión de masa de micelio que busca potenciar metabólicamente al hongo para que este se encuentre en condiciones ideales y así crecer eficientemente en los sustratos.

**Rodríguez, N. y Gómez, F., (2001)**, comentan que los hongos se obtienen de cultivos puros que se mantienen preservados en agar o de un aislamiento a partir de la zona himenial de un cuerpo fructífero. De estos cultivos se transfieren el micelio a tubos de ensayo que contienen agares nutritivos, y de allí a placas petri que contengan agar nutritivo para incrementar el micelio.

##### **b. Inoculación**

**Rodríguez, N. y Gómez, F., (2001)**, mencionan que la inoculación es el proceso de colocar la semilla del hongo al sustrato previamente preparado y esterilizado y se debe realizar en un sitio cerrado sobre una mesa previamente desinfectada con alcohol para evitar contaminación en la fase del establecimiento micelial.

##### **c. Incubación**

**Fernández, F., (2004)**, indica que en esta fase de incubación se busca que el micelio invada totalmente el sustrato por medio de su optimización de las condiciones ambientales. Se debe realizar en un cuarto cerrado. Las bolsas pueden acomodarse en estanterías metálicas o colocarse directamente en el suelo. Es necesario que la temperatura en el sitio de incubación permanezca alrededor de 20 a 28 °C, con una humedad relativa alrededor del 60 a 70% y escasa iluminación.

#### d. Fructificación

**Fernández, F., (2004)**, afirma que la fase de fructificación comienza una vez el sustrato es invadido por el micelio del hongo y se logran observar primordios, los cuales formaran el cuerpo fructífero. Para esta fase es necesario cambiar las condiciones de luminosidad y ventilación para inducir la formación de los hongos. Para optimizar la fase de fructificación se debe manejar una temperatura diferente a la de incubación que se asemeja a la temperatura del hábitat natural donde crece el hongo.

#### e. Cosecha

**Oei, P., (2003)**, dice que la cosecha es la fase en la cual se realiza la recolección de los cuerpos fructíferos. Comúnmente, se realiza de forma manual haciendo un movimiento de torsión sobre la base del estipe o utilizando una cuchilla estéril para evitar contaminaciones posteriores en los puntos del sustrato donde creció el hongo. Así mismo, la cosecha se divide en tres periodos, el primero en el cual se recoge el 50% de la producción, el segundo donde se recoge el 30% y el tercer periodo solamente el 20% de la producción. Habitualmente, en el cultivo de hongos no se recoge más de tres cosechas ya que la productividad es muy baja y el riesgo de contaminación es mucho más frecuente.

**Figura 1: Fenología del Hongo.**



Fuente: Sánchez, J. y Royse, D., (2001)

## **4.5. TÉCNICAS DE CULTIVO DEL HONGO *Pleurotus spp.***

### **4.5.1. Tipos de sustrato**

#### **a. Sustratos naturales**

**Pavlich, H., (2001)**, menciona que estos sustratos corresponden principalmente a troncos y ramas en los que el hongo es inoculado directamente, sin realizarse ningún tipo de tratamiento de esterilización, esto se puede realizar sin problemas porque durante la incubación y fructificación el cultivo se realiza manteniendo la corteza de los propios troncos, la que constituye una barrera física y química muy efectiva contra la invasión de hongos contaminantes. A pesar de lo anterior, muchos troncos se contaminan por los cortes (en la superficie transversal), sin embargo, estas contaminaciones se consideran tolerables en el cultivo, siendo posibles de controlar con el uso de desinfectantes adecuados, como el agua oxigenada.

#### **b. Sustratos artificiales**

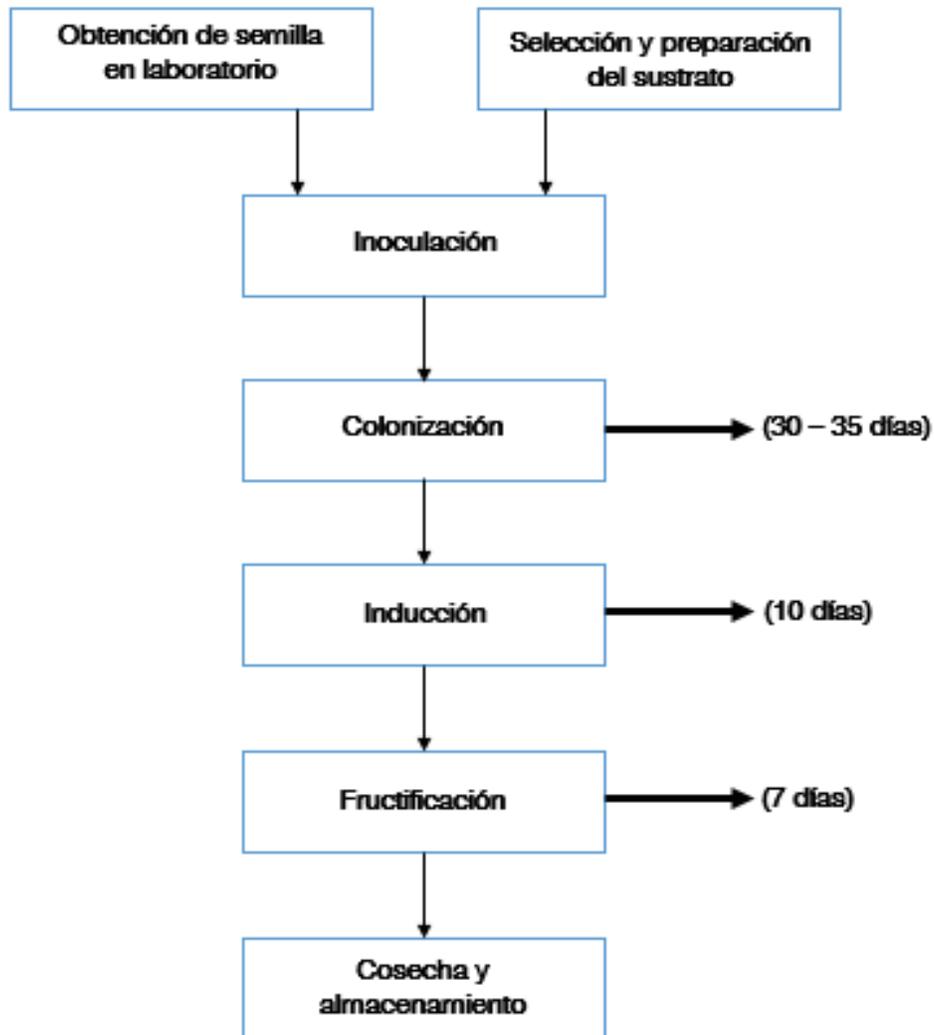
**Pavlich, H., (2001)**, afirma que por lo general son una mezcla de distintas sustancias orgánicas e inorgánicas sobre una matriz de material lignocelulósico, que en conjunto o por separado tienen un alto valor nutritivo para un gran número de microorganismos y que, además, son sustancias relativamente simples a las cuales estos microorganismos pueden acceder sin dificultad. Es indispensable someter al sustrato a un tratamiento físico o químico que elimine o disminuya la carga de microorganismos contaminantes.

Este tratamiento, junto con el pool de nutrientes que posee la mezcla, convierte al sustrato en una matriz altamente selecta para el crecimiento del hongo comestible que es inoculado o sembrado en este sustrato. El sustrato artificial tiene una cierta relación C:N, pH, humedad, grado de compactación, granulometría, que permiten el rápido crecimiento vegetativo y reproductivo del hongo que es inoculado sobre o dentro de él y, estas propiedades más las condiciones ambientales, determinan finalmente el éxito del cultivo.

### **4.5.2. Producción de *Pleurotus spp.***

Para la producción de *Pleurotus spp.*, es necesario desarrollar una serie de etapas, las que se detallan en la siguiente figura.

Figura 2: Etapas de la producción de *Pleurotus spp.*



Fuente: Cisterna, C., (2003)

Cisterna, C., (2003), afirma dado que la obtención de la semilla requiere de instalaciones y condiciones relativamente complejas, esta actividad se desarrolla en unidades independientes que no forman parte de la unidad productora propiamente, siendo lo más usual adquirirla de terceros. Para el resto del proceso productivo de hongos comestibles es indispensable contar con las instalaciones adecuadas para tales efectos, siendo usual la construcción de un invernadero que posea tres zonas bien definidas: una para realizar la inoculación del sustrato, otra para la etapa de incubación o colonización y una tercera para la etapa de fructificación. En lo posible estas tres áreas deben estar aisladas unas de otras, aunque deben estar interconectadas de modo de permitir el tránsito de una a otra sólo en los casos necesarios.

### **a. Obtención de la semilla**

**Cisterna, C., (2003)**, denomina semilla a la forma en que el micelio del hongo es inoculado en un sistema productivo, es decir, la semilla es el vehículo de transporte del micelio desde el medio de cultivo in vitro hasta el sustrato definitivo donde crecerá el hongo. Para la preparación de la semilla, se utilizan granos de cereal, siendo los más comúnmente empleados el trigo y sorgo, y también avena y centeno. Otra opción es usar tarugos de madera.

### **b. Selección y preparación del sustrato**

**Cisterna, C., (2003)**, afirma que como sustrato se puede emplear una gran variedad de residuos lignocelulósicos entre ellos pajas de cereales y residuos agroindustriales (desechos de maíz, hojas, etc.), como también subproductos de la industria maderera (aserrín, viruta) y madera sólida. En este último caso, se debe evitar especies resinosas o de alta durabilidad natural, pues pueden generar un producto de gusto fuerte y desagradable, o dificultar el crecimiento del hongo.

La selección del sustrato de cultivo dependerá, principalmente, de las exigencias nutricionales del hongo, de su disponibilidad tanto temporal como geográfica y también de la tecnología que se utilice para acondicionarlo. El cultivo de hongos comestibles como el *Pleurotus spp.* es una excelente alternativa para utilizar residuos de la elaboración de productos agrícolas o madereros. Además, este tipo de producción se puede realizar en recintos relativamente pequeños y adaptando bodegas en desuso, contribuyendo a la diversificación de la producción y permitiendo el aporte de una fuente de alimento y medicinal a la dieta de las personas.

A continuación, se describen los métodos empleados para preparar el sustrato sobre el cual crecerá el hongo comestible.

- **Bolsas o panetones**

**Cisterna, C., (2003)**, indica que los métodos modernos de cultivo de *Pleurotus spp.* usan como sustrato virutas y aserrín de maderas, más un suplemento rico en nitrógeno, como el afrecho de trigo, arroz, avena, cebada, soya, etc. En nuestro país se utilizan residuos de la elaboración de productos

agrícolas, tales como cascaras de café, tortas de oleaginosas, corontas de maíz, etc.

Para permitir que el hongo invada el sustrato en forma homogénea es indispensable que este tenga una densidad determinada, que no impida el intercambio gaseoso entre éste y el medio ambiente inmediato. Para lograr esto, las pajas de cereales deben ser picadas hasta lograr trozos de entre 4 y 10 cm., luego deben ser remojadas durante 24 a 48 horas para permitir su hidratación, alcanzando una humedad total cercana al 70%, tiempos de remojo menores al indicado no permiten una buena hidratación debida a la resistencia natural que tienen las pajas de cereales a absorber agua (gruesa cutícula, tampoco es recomendable tiempos mayores, ya que comienza a contaminarse con mohos.

Una práctica habitual es dejar las pajas sumergidas en estanques de agua, o colocarlas en recipientes de gran tamaño donde se les adiciona agua con la ayuda de un aspersor o simplemente con una manguera flexible.

Además, todos los desechos agroforestales tienen una gran carga de agentes contaminantes, especialmente bacterias y hongos, lo que se debe que estos organismos comienzan a colonizar estos sustratos para degradarlos y volver sus componentes al ambiente. Por lo tanto, es indispensable que los sustratos sean tratados (esterilizados o pasteurizados) previamente para eliminar estos microorganismos.

Cuando se trata de pajas de cereales, existen varios tratamientos que aseguran la eliminación total o parcial de estos agentes contaminantes. A continuación, se hace una breve descripción de los más utilizados.

- **Esterilización:**

**Cisterna, C., (2003)**, indica que con este tipo de procedimientos se obtiene lo que se llama una “desinfección total”, ya que los sustratos de cultivo se someten a temperaturas cercanas a los 120 °C durante 30 minutos como mínimo, siendo recomendable usar 45 minutos. Para lograr esto, se utiliza una presión de vapor de 15 psi al interior de autoclaves actividad que debe ser desarrollada por personal entrenado. La gran ventaja de este sistema de tratamiento térmico es que se eliminan casi por completo todos los

microorganismos que pueda tener el sustrato de cultivo, disminuyendo considerablemente los riesgos de contaminación y las pérdidas de sustrato durante la etapa de incubación.

- **Pasteurización en agua:**

**Cisterna, C., (2003)**, afirma que la paja picada sin humedecer se coloca al interior de tambores que contengan agua a 80 °C y se mantiene sumergida en ella durante una hora. Para asegurarse de mantener la temperatura constante se debe contar con un termómetro confiable y con una fuente de calor que permita aumentar o disminuir su intensidad. Este método evita la pérdida de nutrientes que se produce cuando se utiliza agua hirviendo (esterilización).

- **Pasteurización en vapor:**

**Cisterna, C., (2003)**, comenta que es un conjunto de procedimientos en los cuales los Sustratos de cultivo son sometidos a temperaturas inferiores a los 100°C y a presiones de vapor nunca superiores a la presión atmosférica.

### **c. Siembra o inoculación del sustrato**

**Cisterna, C., (2003)**, menciona que la etapa de inoculación se realiza en una sala ubicada al interior del invernadero, que ha sido diseñada para mantener las mejores condiciones asépticas posibles. Concordante con esto, previo a cada inoculación se deben limpiar con cloro, desinfectante u otro, las superficies y el piso, asegurando un ambiente de trabajo aséptico. Durante todo el proceso de inoculación o siembra se debe trabajar con las máximas precauciones de asepsia, trabajando con guantes de látex, mascarilla y desinfectando superficies Cada vez que sea necesario.

- **Siembra en bolsas**

**Cisterna, C., (2003)**, menciona que, para proceder a la siembra, el sustrato ya pasteurizado se deja enfriar en preferencia volteándose para que escape el vapor de agua atrapado, de lo contrario se condensara en ella y habrá problemas por exceso de humedad.

Para ser sembrada, el contenido de humedad del sustrato debe estar entre 50 y 70%, en la practica el contenido de humedad se determina tomando un

puñado de ella y apretándola moderadamente, si caen gotas de agua o es notoria la humedad que queda en la mano, el sustrato tiene exceso de agua, en cuyo caso se debe esperar a que escurra removiéndola, no es recomendable sembrar con niveles de humedad mayores que los indicados, porque el hongo necesita para su desarrollo de ciertos espacios porosos, lo que permite que el oxígeno, evitando así la aparición de organismos que pueden vivir sin oxígeno y que ocasionan pudrición del sustrato.

Para sembrar, el sustrato debe de estar a una temperatura óptima de 20 a 25 °C (cuando todavía está tibio). Con temperaturas mayores el micelio muere mientras que con temperaturas demasiado bajas se retrasa el crecimiento.

Una vez que el sustrato toma la humedad y la temperatura óptima se procede a formar el paneton, para lo cual, en bolsas de polipropileno, se coloca una capa de sustrato de 10cm de alto seguido de una capa de semilla y así sucesivamente, hasta alcanzar la altura deseada, luego de lo cual la bolsa es cerrada y compactada, etiquetándola con la fecha de siembra y colocándola en el área de incubación.

- **Inducción de una nueva oleada**

**Cisterna, C., (2003)**, indica que, en el caso de los cultivos realizados en bloques o bolsas, una vez finalizada la cosecha, las bolsas son llevadas al área de colonización por un periodo aproximado de 1 semana y nuevamente inducidas, mediante un shock térmico.

#### **4.6. DE LOS SUSTRATOS (RESIDUOS AGROINDUSTRIALES)**

##### **4.6.1. Residuos agroindustriales**

**Atlas, R., y Bartha, R., (2002)**, dicen que se llama residuo agroindustrial al material o elemento que después de haber sido producido, manipulado o usado a nivel agroindustrial o de la agricultura, no tiene valor para quien lo posee y por lo general se desecha no adecuadamente generando contaminación en el ecosistema.

#### 4.6.2. Composición química de los residuos agroindustriales

Los materiales utilizados para el cultivo de *Pleurotus spp.*, están constituidos de compuestos lignocelulolíticos, los cuales están formados por celulosa y hemicelulosa enlazadas mediante lignina, un polímero aromático altamente oxigenado, con un esqueleto de fenilpropano que se repite.

##### a. Celulosa

**Martin, A., (1981)**, describe como el compuesto más simple encontrado en el material lignocelulolítico de las plantas, es el polímero más abundante de la biosfera. Está compuesto por un polímero de residuos de D-glucosa unidos por enlaces B-1,4. Debido a su estructura las cadenas de celulosa están unidas por puentes de hidrogeno intermoleculares formando agregados (microfibrillas). La celulosa es una molécula que da estructura y soporte a la planta y forma un cristal empaquetado que es impermeable al agua, por lo cual es insoluble en agua y resistente a la hidrólisis. Los hongos macromycetes pueden degradar la celulosa por medio de la producción de enzimas como son endo- $\beta$ -1,4-glucanasa, el complejo C $\alpha$  y endo- $\beta$ -1,4-glucosidasa.

##### b. Hemicelulosa

**Atlas, R., y Bartha, R., (2002)**, mencionan que está formada por cadenas cortas y son polímeros heterogéneos que contienen tanto hexosas (azúcares de 6 carbonos como glucosa, manosa y galactosa) como pentosas (azúcares de 5 carbonos como xilosa y arabinosa). Dependiendo de la especie de la planta estos azúcares se asocian con ácidos urónicos formando estructuras poliméricas diversas que pueden estar relacionadas con la celulosa y la lignina. Los tres polímeros principales son los xilanos, mananos y arabinogalactanos.

**Martin, A., (1981)**, dice que los hongos macromycetes tienen la capacidad de degradar la hemicelulosa por medio de la producción de enzimas como son xilanasas, galactanasas, mananas, arabinasas y glucanasas.

##### c. Lignina

**Atlas, R., y Bartha, R., (2002)**, comentan que es un polímero complejo tridimensional, globular, insoluble y de alto peso molecular, formado por unidades de fenilpropano cuyos enlaces son relativamente fáciles de hidrolizar

por vía química o enzimática, esta molécula tiene diferentes tipos de uniones entre los anillos de fenilpropano.

**Martin, A., (1981)**, describe y dice que la lignina es responsable de la rigidez de las plantas y de sus mecanismos de resistencia al estrés y a ataques microbianos. En las plantas la lignina se encuentra químicamente unida a la hemicelulosa y rodeando las fibras compuestas por celulosa. Los hongos macromycetes pueden degradar la lignina por medio de la producción de enzimas como son lacasa, lignina peroxidasa y manganeso peroxidasa.

#### **d. Sustratos utilizados para el crecimiento de *Pleurotus spp.***

**Quimio, T., (2002)**, dicen las nuevas exigencias y oportunidades en los mercados alimentarios, las tendencias de producción con el mínimo desperdicio en todas las actividades tecnológicas del nuevo orden mundial y el cada vez más importante reclamo de la humanidad por el cuidado del medio ambiente, colocan en un plano prioritario la preocupación por la utilización de los recursos agroindustriales.

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

**Quimio, T., (2002)**, afirma que una de las razones del incremento en la popularidad de las especies de *Pleurotus* es la habilidad de este hongo para crecer en una amplia variedad de materias primas agrícolas. En el trópico, el hongo seta ostra, o setas, como se le llama también en México, puede ser producido sobre una mezcla de aserrín y salvado de arroz, salvado y rastrojo de arroz, aserrín y hojas de aguacate, *Leucaena spp.* Y otras combinaciones de materiales tropicales como, cascara de semilla y ramas de algodón, bagazo y hojas de caña, tallos y hojas de maíz, pastos, cascara de arroz, entre otros.

**Stamets, P., (2000)**, menciona que los materiales más comúnmente utilizados como fuente de carbono incluyen paja de trigo, de avena, de centeno,

de sorgo, de algodón, virutas de madera y cortezas, sub productos de algodón, heno, tallos de plantas de maíz, plantas y desperdicios de café, tusa de mazorca, hojas de té, cascara de maní, harina de soya, cascara de semillas de girasol, desperdicios de yuca, agave, residuos de la industria papelera (diarios cartones), hojas de plátano, cactus, yuca, pulpa de café, fibra de coco, hojas de limón, tallos de menta, paja de arroz, bagazo de caña, entre otros.

- **Rastrojo de Avena (*Avena sativa*)**

**Córdova, B. (1971)**, la avena es un importante cultivo cerealero en las zonas templadas del mundo. Las avenas de invierno se usan extensamente para pastura y heno, siendo deseables para este fin las siguientes características: crecimiento vigoroso de las plantas, abundante ahijamiento y abundante. Las variedades de hábito erguido producen más forraje al principio del otoño, pero menos en los meses de invierno, que las variedades de hábito postrado. Comúnmente las variedades de hábito erguido son menos resistentes a las bajas temperaturas que las de hábito postrado. Esto los hace menos deseables para pastoreo afines de otoño y en invierno. Las variedades altas y de crecimiento vigoroso producen rendimiento más alto de heno que las de paja corta.

**Cuadro 5: Composición química de Rastrojo de Avena**

<b>Nutrientes Digestibles Totales</b>	50%
<b>Proteína Cruda</b>	4%
<b>Proteína Cruda Digestible</b>	0.80%
<b>Fibra Cruda</b>	40%
<b>Calcio</b>	0.21%
<b>Fosforo</b>	0.11%
<b>Potasio</b>	1.51%

Fuente: Reyes, P. (1990)

- **Rastrojo de Papa (*Solanum tuberosum*)**

**Córdova, B. (1971)**, Es una planta perteneciente a la familia de las solanáceas, originaria de América del Sur y cultivada en todo el mundo por sus tubérculos comestibles. Domesticada en el altiplano andino por sus habitantes hace unos 7.000 años, fue llevada a Europa por los conquistadores españoles como una curiosidad botánica más que como una planta alimenticia. Con el tiempo su consumo fue creciendo y su cultivo se expandió a todo el mundo hasta posicionarse como uno de los principales alimentos para el ser humano.

Este tubérculo continúa siendo la base de la alimentación de millones de personas, es una delicia culinaria en muchas regiones del globo que ha generado decenas de platos que la tienen de protagonista y, además, representa un verdadero desafío para científicos de varias disciplinas, que tratan de dilucidar su origen, genética y fisiología.

**Cuadro 6: Composición química de Rastrojo de papa**

<b>Nutrientes Digestibles Totales</b>	43%
<b>Proteína Cruda</b>	3%
<b>Proteína Cruda Digestible</b>	1.4%
<b>Fibra Cruda</b>	32%
<b>Calcio</b>	0.20%
<b>Fosforo</b>	0.06%
<b>Potasio</b>	0.07%

Fuente: Reyes, P. (1990)

- **Rastrojo de maíz (*Zea mays*)**

**García, A., (2000)**, menciona que el cultivo de maíz produce una gran cantidad de biomasa, de la cual se cosecha apenas cerca del 50% en forma de grano. El resto, corresponde a diversas estructuras de la planta tales como caña, hoja, limbos y mazorca entre otros.

**Cuadro 7: Composición nutricional del rastrojo de maíz**

<b>Componente nutricional</b>	<b>Rastrojo de maíz</b>
Fibra cruda	29.0 %
Proteínas	5.0 %
Grasas	1.1 %
Cenizas	6.0 %

Fuente: García (2000)

**Mata, G. y Martínez, D., (1998)**, indican que la producción de biomasa residual que genera un cultivo de maíz de grano (cañas, hojas, chalas y mazorcas), fluctúa entre 20 y 35 toneladas por hectárea y en el maíz de choclo (cañas y hojas) varía entre 16 a 25 toneladas por hectárea. La proporción entre los componentes del residuo depende principalmente de la variedad, nivel de fertilización y tipo de cultivar.

**Cuadro 8: Porcentaje del peso de rastrojo de maíz según estructura.**

<b>Estructura</b>	<b>Porcentaje</b>
Panoja	12.0 %
Tallos	17.6 %
Chalas	8.9 %
Total caña	38.5 %
Mazorca	11.8 %
Grano	49.7 %

**Fuente: Lee, J., (1990)**

**Mata, G. y Martínez, D., (1998)**, dicen que la pared celular presenta un mayor porcentaje de hemicelulosa que de celulosa. El bajo porcentaje de lignina en los restos de la planta del maíz lo hace más digestible que las pajas de cereales, siendo a su vez, más rico en azúcares solubles. Por estas razones, este estudio presenta un valor energético superior al de las pajas de cereales, fluctuando entre 1.69 y 2.1 cal/kg. De materia seca. Debido a que la fibra de la caña de maíz es muy larga, es necesario picarla para mejorar la tasa de degradación y el crecimiento micelial del hongo.

## V. DISEÑO DE LA INVESTIGACIÓN

### 5.1. TIPO DE INVESTIGACIÓN

#### a. Tipo de Investigación

Experimental.

#### b. Diseño de Investigación

El diseño que se utilizó en el trabajo de investigación fue el Diseño Completamente al Azar (DCA), con 6 tratamientos por cada especie (*P. ostreatus*, *P. djamor* y *P. eryngii*) y 5 repeticiones, con un total de 90 unidades experimentales.

### 5.2. UBICACIÓN ESPACIAL

#### 5.2.1. Ubicación política

- Región : Cusco
- Provincia : Cusco
- Distrito : San Jerónimo
- Lugar : Centro Agronómico K'ayra
- Laboratorio : CRIBA (Centro Regional de Investigación en Biodiversidad Andina)

#### 5.2.2. Ubicación geográfica

- Altitud : 3219 m
- Latitud : 13°34'
- Longitud : 71°54'
- Temperatura : T° máx. 21.79 °C  
T° min. 3.57 °C
- Humedad Relativa : 64.27%

#### 5.2.3. Ubicación hidrográfica

- Cuenca : Vilcanota
- Sub cuenca : Huatanay
- Micro cuenca : Huanacaure

#### **5.2.4. Ubicación ecológica**

El centro Agronómico K'ayra con su laboratorio del CRIBA (Centro Regional de Investigación en Biodiversidad Andina) se encuentra ubicado según los parámetros climatológicos y tomando en cuenta el diagrama de Holdridge, así como el mapa ecológico del Perú, en la zona de vida Bosque Húmedo Montano Subtropical (bh-MS), según la escala climática de Thornthwaite el Centro Agronómico K'ayra pertenece al clima seco semiárido.

Dentro del ámbito se tiene el promedio de 40 años de información registrada, la temperatura media mensual de 12.40°C siendo la mínima media mensual de 3.96°C y con una mínima de -2.3°C en el mes de julio y la máxima media mensual de 21.33°C y con una máxima de 22.70°C en el mes de setiembre y una humedad relativa media mensual de 68.60% la cual fluctúa entre 62.6% en el mes de octubre y 75.5% en el mes de marzo. De acuerdo a los registros de humedad relativa fluctúan entre 81.70% en el mes de marzo a 52.60% en el mes de julio, alcanzando un promedio anual de 72.65%.

#### **5.3. UBICACIÓN TEMPORAL**

El presente estudio se dio inicio a partir de la tercera semana de Abril del 2017 para lo cual se tuvo que coordinar con los representantes de la empresa BIO SETAS PERÚ, sobre la disponibilidad de micelios activos frescos de las especies que se desea estudiar ya que juega un papel crucial en la instalación y ejecución del experimento, todo el proceso de investigación duro 03 meses. Culminando en la primera semana del mes de junio del 2017.

#### **5.4. MATERIALES Y MÉTODOS**

##### **5.4.1. Material experimental**

Cepa comercial de *Pleurotus* spp. provenientes de los laboratorios de la Empresa Bio Setas Perú ubicado en Cconchacalla s/n Anta, Cusco.

- *Pleurotus ostreatus* (Jacq. ex Fr.) P.Kummer
- *Pleurotus djamor* (Rumph. ex Fr.) Boedijn
- *Pleurotus eryngii* (DC.) Qué

#### 5.4.2. Sustratos

- Rastrojo de Maíz (*Zea mays*)
- Rastrojo de Papa (*Solanum tuberosum*)
- Rastrojo de Avena (*Avena sativa*)

#### 5.4.3. Otros materiales

- Esterilizador de sustrato (cilindro esterilizador 50 galones)
- Vernier o reglas de medida
- Termo higrómetro
- Balanza de precisión 5g
- Cal
- Plumón indeleble
- Estantes
- Asperjador
- Navaja
- Bolsas de polipropileno 13x20cm y 8x15cm
- Pabilo
- Cámara fotográfica
- Libreta de campo
- Calculadora
- Laptop

### 5.5. METODOLOGÍA

La investigación tiene un enfoque netamente cuantitativo, que busco evaluar la relación que existe entre las características morfológicas e indicadores de productividad de *Pleurotus spp.* (*P. ostreatus*, *P. djamor* y *P. eryngii*) con los sustratos utilizados en el experimento.

#### a. Variable independiente

Sustratos (rastrojo de avena, rastrojo de papa y rastrojo de maíz)

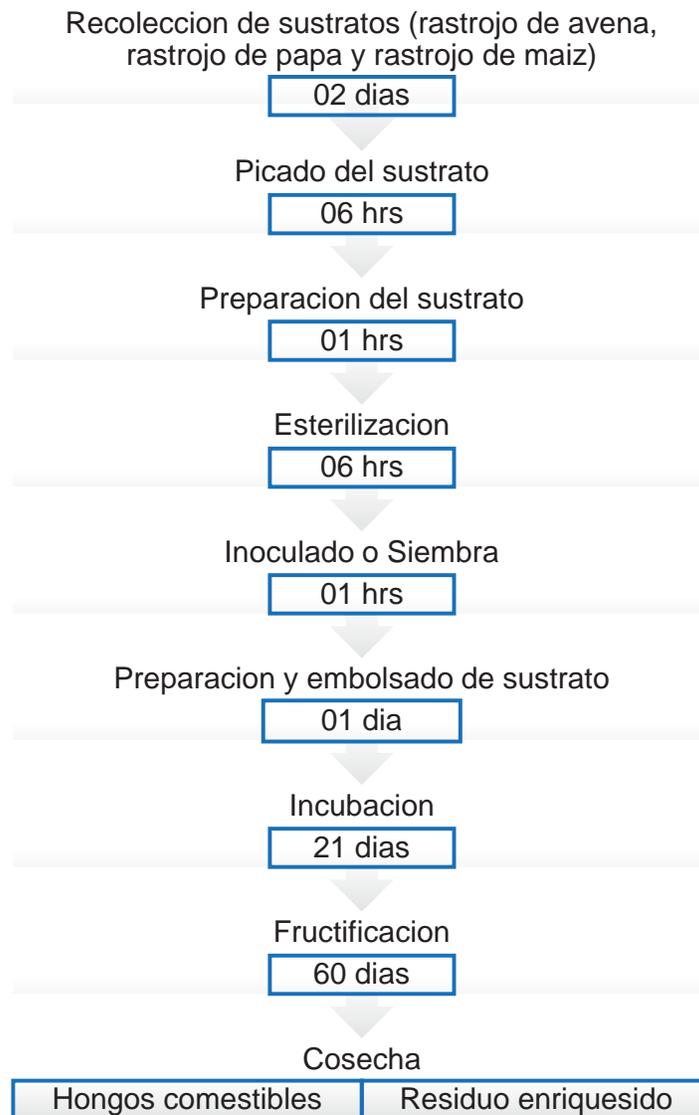
#### b. Variable dependiente

03 especies de hongos *Pleurotus spp.* (*P. ostreatus*, *P. djamor* y *P. eryngii*)

### c. Indicadores

- Rendimiento (kg/t)
- Porcentaje de degradación (%)
- Numero de basidiocarpos
- Peso promedio por basidiocarpo (gr)
- Diámetro del píleo (cm)
- Eficiencia biológica (%)
- Tasa de productividad (%/día)

**Figura 3: Diagrama de flujo del proceso de cultivo de *Pleurotus spp.***



#### 5.5.1. Tratamientos en estudio

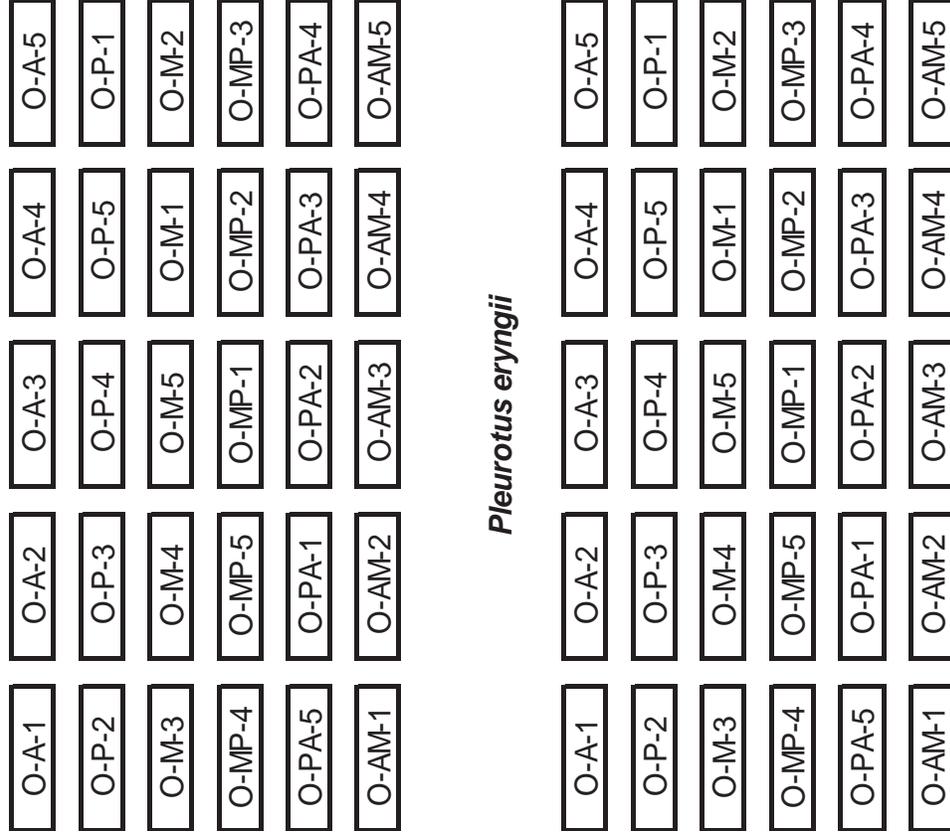
Los tratamientos en estudio se presentan en el siguiente cuadro:

**Cuadro 9: Tratamientos en estudio**

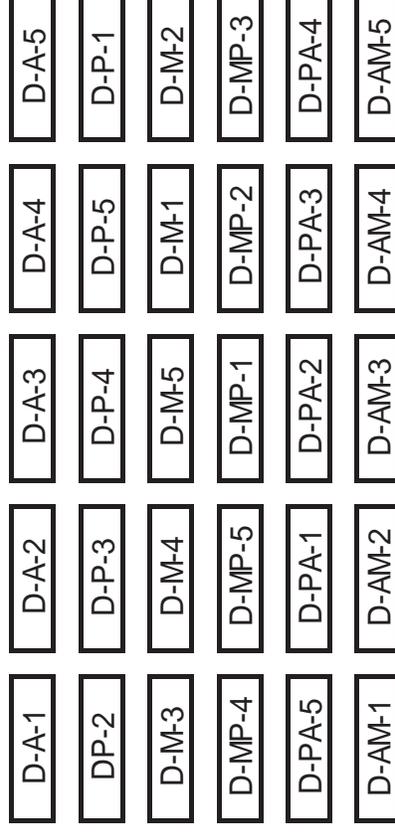
Hongo	Sustrato	Clave	Nº Orden Tratamiento
<i>Pleurotus ostreatus</i>	Rastrojo de Avena	O - A	1
	Rastrojo de Papa	O - P	2
	Rastrojo de Maíz	O - M	3
	Rastrojo de Maíz con Papa	O - MP	4
	Rastrojo de Papa con Avena	O - PA	5
	Rastrojo de Avena con Maíz	O - AM	6
<i>Pleurotus djamor</i>	Rastrojo de Avena	D - A	1
	Rastrojo de Papa	D - P	2
	Rastrojo de Maíz	D - M	3
	Rastrojo de Maíz con Papa	D - MP	4
	Rastrojo de Papa con Avena	D - PA	5
	Rastrojo de Avena con Maíz	D - AM	6
<i>Pleurotus eryngii</i>	Rastrojo de Avena	E - A	1
	Rastrojo de Papa	E - P	2
	Rastrojo de Maíz	E - M	3
	Rastrojo de Maíz con Papa	E - MP	4
	Rastrojo de Papa con Avena	E - PA	5
	Rastrojo de Avena con Maíz	E - AM	6

Grafico 1: Croquis del experimento

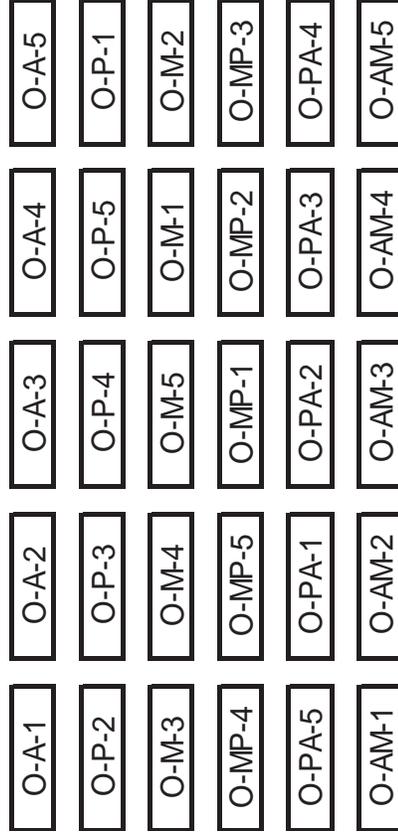
*Pleurotus ostreatus*



*Pleurotus djamor*



*Pleurotus eryngii*



**LEYENDA**

<b>O</b> = <i>Pleurotus ostreatus</i>	<b>A</b> = Rastrojo de Avena
<b>D</b> = <i>Pleurotus djamor</i>	<b>P</b> = Rastrojo de Papa
<b>E</b> = <i>Pleurotus eryngii</i>	<b>M</b> = Rastrojo de Maíz

**DISTRIBUCIÓN DE PARCELAS**

Laboratorio: CRIBA	Lugar: Centro Agronómico K'ayra
Distrito: San Jerónimo	Provincia: Cusco
Departamento: Cusco	Región: Cusco

### 5.5.3. Características del experimento

- **Área del Experimento (Laboratorio)**

- Largo : 4m
- Ancho : 5m
- Área total : 20m<sup>2</sup>

- **Características de las Unidades Experimentales**

**Distancias entre Unidad Experimental**

- Largo entre UE : 0.20m
- Ancho entre UE : 0.20m

**Peso de Unidad Experimental**

- Peso de UE : 2.00kg (*P. ostreatus* y *P. djamor*)  
1.00kg (*P. eryngii*)

### 5.5.4. Conducción del experimento

#### Del Inoculo

Las cepas de *Pleurotus spp.* (*P. ostreatus*, *P. djamor* y *P. eryngii*) serán adquiridas de los laboratorios de la Empresa Bio Setas Perú ubicado en Cconchacalla s/n Anta, Cusco.

#### Del Sustrato

Se dispuso de 3 sustratos, 18 tratamientos con 5 repeticiones cada uno, a base de residuos agrícolas de la zona.

##### a. Preparación y desinfección de los sustratos.

Los sustratos se picaron en trozos de 2 a 3 cm de tamaño para obtener una mezcla homogénea, el sustrato empleado genera acidez en el proceso de ser descompuesto por el micelio y con el fin de equilibrar el pH se aplicó cal al 1% para que impida del mismo modo que otro tipo de microorganismo desarrolle en el sustrato. Posteriormente fueron sometidos a un proceso de remojado, lavado y oreado; para luego ser desinfectados en el cilindro esterilizador.

Después de colocar en los cilindros se procedió a esterilizar el sustrato a una temperatura de 80°C por 06 horas en un proceso denominado “Baño María” con

el fin de eliminar organismos competidores y contaminantes y al mismo tiempo este proceso extrae los azúcares solubles del sustrato los cuales son el principal alimento de los microorganismos que podrían competir con el hongo a cultivar. Seguidamente se llevó los sustratos a un ambiente cerrado y esterilizado con hipoclorito de sodio al 4%.

- **Rastrojo de Avena (*Avena sativa*)**

Este sustrato a base de rastrojo de Avena (*Avena sativa*) se consideró a toda la paja, cortados en 2-3cm, lo que se puso a remojar en agua por un periodo de 24 horas, luego se hizo orear hasta que el sustrato alcanzo una humedad aproximada de 50 a 60%, luego se colocó en bolsas de polipropileno (13 x 20 cm) hasta una altura de 20cm y un peso aproximado de 2kg para *P. ostreatus* y *P. djamor*, del mismo modo se usaron bolsas de polipropileno (8 x 15 cm) con un peso aproximado de 1kg para *P. eryngii*, al igual que los demás sustratos; se esterilizo en un cilindro esterilizador por un periodo de 6 horas.

- **Rastrojo de Papa (*Solanum tuberosum*)**

Este sustrato es a base de rastrojo de Papa (*Solanum tuberosum*), que después de ser recolectados se hizo secar, y luego se picó en trozos de 2 a 3cm de tamaño, se puso a remojar por un periodo de veinticuatro horas.

Una vez remojado se dejó orear hasta que alcance una humedad de 50-60%. Se colocaron en bolsas de polipropileno (13 x 20 cm) hasta una altura de 20cm y un peso de 2kg para *P. ostreatus* y *P. djamor*, del mismo modo se usaron bolsas de polipropileno (8 x 15 cm) con un peso aproximado de 1kg para *P. eryngii* y su posterior desinfección con vapor húmedo en un cilindro esterilizador que se acondicionara para la desinfección de los sustratos, por un lapso de 6 horas.

- **Rastrojo de Maíz (*Zea mays*)**

Sustrato a base de Rastrojo de Maíz (*Zea mays*), se consideran las hojas, tallos y chala cortados en pedazos de 2-3cm de tamaño, se puso a remojar por un periodo de veinticuatro horas luego se hizo orear hasta alcanzar una humedad aproximada de 60%, el procedimiento de desinfección será el mismo que los demás sustratos, una vez escurrido se colocó en bolsas de polipropileno (13 x

20 cm) de 2kg para *P. ostreatus* y *P. djamor* y del mismo modo se usaron bolsas de 8 x 15 cm con un peso aproximado de 1kg (*P. eryngii*), lo que posteriormente se desinfectaron en el cilindro esterilizador, por un lapso de 6 horas.

#### **b. Inoculación o Siembra**

Se colocaron 50 gramos de inoculo (granos de trigo con micelio) de las cepas de *P. ostreatus* y *P. djamor* por cada 10cm de altura del sustrato en el interior de cada bolsa (paneton), en total se colocó 1500 gramos de inoculo de *P. ostreatus* y *P. djamor* mientras que en los panetones de *P. eryngii* se colocaron 30 gramos de inoculo en la parte superior de la bolsa, colocándose en total 900 gramos. Para la inoculación se utilizó alcohol de 96° para la desinfección y disminución de problemas de contaminación. En esta etapa se realizó la codificación de las bolsas.

#### **c. Incubación**

Posterior al embolsado se llevó los paquetes inoculados a un ambiente oscuro y cerrado donde permaneció por 21 días para *P. ostreatus* y *P. djamor*, y 35 días para *P. eryngii* hasta que se vean los paquetes completamente blancos por el crecimiento del micelio a una temperatura de 20°C constante, esta temperatura se consigue manteniendo húmedo el área de incubación (riegos permanentes).

#### **d. Fructificación**

Cada sustrato embolsado y completamente colonizado por el micelio, fue acondicionado en el área del Laboratorio del CRIBA con un ambiente de luz natural y se colocó en estantes de 2.0x2.5m en un área de 20m<sup>2</sup> y se colocaron las bolsas ya pobladas de micelio sobre ellas etiquetándolos a una distancia de 10cm entre ellas con un promedio de temperatura de 18°C y con un promedio de humedad ambiental de 60% manteniendo constante la humedad con aspersiones continuas (2 veces al día), una vez colonizadas completamente el sustrato se hicieron pequeños orificios en las bolsas de aproximadamente 1 a 2 cm de diámetro en la parte superior, medio e inferior, por los que aparecieron los primeros primordios pasando de 6 a 8 días hasta la primera cosecha.

### e. Cosecha

Esta labor se realizó antes de que el borde del sombrero o píleo se vire hacia arriba y empiece a cambiar de color se cosecho en un promedio de 70 días hasta la tercera oleada y cosecha, para ello se utilizó una navaja afilada y desinfectada, el corte se hizo al ras de la bolsa de cultivo, se determinó inmediatamente después de su corte por medio de una balanza digital, así mismo se hizo el conteo y medición de los basidiocarpos.

### 5.5.5. Evaluación de las variables

#### a. Población a estudiar

El comportamiento de hongo *Pleurotus spp.* (*P. ostreatus*, *P. djamor* y *P. eryngii*) en los diferentes sustratos evaluados, en un total de 90 unidades experimentales.

#### b. Parámetros a evaluar

Los parámetros a evaluados fueron:

- **Numero de basidiocarpos:** se determinó mediante el conteo la totalidad de basidiocarpos de cada una de las unidades experimentales para poder obtener un promedio de cada uno de los tratamientos.
- **Peso promedio por basidio:** se obtuvo del peso total de los basidiocarpos de la unidad experimental y se dividió entre el número de basidiocarpos.
- **Diámetro de los basidiocarpos:** se midió el diámetro de los píleos o basidiocarpos cosechados por unidad experimental y se registró el tamaño promedio del total de los basidios evaluados.
- **Rendimiento:** en cada cosecha se registraron los valores del peso de todos los píleos de cada unidad experimental (parcela) y se elevaron a la unidad de: kg de hongo fresco/tonelada de sustrato **Galindo, J. M., (1991)**, propuso la siguiente formula.

$$\text{Rendimiento} = \frac{\text{Peso de hongo fresco (kilogramos)}}{\text{Peso del sustrato seco (Toneladas)}}$$

- **Eficiencia biológica (E.B.):** es un factor importante de evaluación del rendimiento ya que en él se considera la bioconversión de energía y la degradación biótica del sustrato, los valores se expresan en porcentaje (%), se pesaron los basidiocarpos frescos y el sustrato seco. **Galindo, J. M., (1991)**, propuso la siguiente fórmula:

$$E.B. = \frac{\text{Peso de los basidiocarpos frescos}}{\text{Peso del sustrato seco}} \times 100$$

- **Tasa de productividad (T.P.):** **Reyes, R. et al., (2004)** indica que el tiempo de producción se toma a partir de la inoculación del sustrato definitivo hasta obtener la última cosecha.

$$T.P. = \frac{\text{Eficiencia biológica}}{\text{Días transcurridos desde la inoculación}} \left( \frac{\%}{\text{día}} \right)$$

- **Porcentaje de degradación (P.D.):** se midió el porcentaje de la pérdida de peso del sustrato seco. Se expresa en porcentajes (%) y se calculó a través de la siguiente fórmula de **Reyes, R. et al., (2004)**.

$$P.D. = \frac{\text{Peso sustrato seco inicial} - \text{Peso sustrato seco final}}{\text{Peso sustrato seco inicial}} \times 100$$

#### 5.5.6. Análisis de datos

Los datos fueron analizados mediante el análisis de varianza (ANVA), realizando empleo del paquete estadístico Minitab V. 17; los promedios se analizaron mediante la prueba de comparaciones múltiples Tukey ( $\alpha = 5\%$ ), para cada tratamiento en estudio.

## VI. RESULTADOS Y DISCUSIÓN

### 6.1. SUSTRATO ÓPTIMO PARA EL DESARROLLO DE LAS DIFERENTES ESPECIES DE HONGOS

#### 6.1.1. Rendimiento

##### 6.1.1.1. *Pleurotus ostreatus*

Para evaluar el rendimiento de basidiocarpos del hongo *Pleurotus ostreatus*, se registró los datos del peso (gr) de los basidiocarpos con mayor tamaño en cada unidad experimental en este caso de los panetones. Se realizó su conversión a kilogramos para determinar el rendimiento por tonelada de sustrato, cuyos valores ordenados se muestran en el cuadro 10.

**Cuadro 10: Rendimiento (kg/t) de basidiocarpos de *Pleurotus ostreatus* en seis diferentes sustratos**

TRATAMIENTO	REPETICIONES					PROMEDIO	TOTAL
	1	2	3	4	5		
O - A	190.00	167.50	173.50	156.00	183.00	174.00	870.00
O - P	302.00	300.50	279.50	298.50	278.50	291.80	1459.00
O - M	226.00	207.00	218.50	210.00	218.50	216.00	1080.00
O - MP	264.00	267.50	260.00	266.50	258.00	263.20	1316.00
O - PA	219.00	220.00	217.50	214.50	238.50	221.90	1109.50
O - AM	179.00	179.00	170.00	179.50	177.50	177.00	885.00
<b>TOTAL</b>	<b>1380.00</b>	<b>1341.50</b>	<b>1319.00</b>	<b>1325.00</b>	<b>1354.00</b>	<b>223.98</b>	<b>6719.50</b>

**Cuadro 11: Análisis de varianza del rendimiento de *Pleurotus ostreatus***

F de V	GL	SC	CM	FC	Valor p	SIG
Bloques	4	398.0	99.5	1.26	0.319	NS
Tratamiento	5	54554.4	10910.9	138.09	0.000	*
Error	20	1580.3	79.0			
<b>Total</b>	<b>29</b>	<b>56532.7</b>	<b>CV:</b>		<b>3.97</b>	

Como se puede observar en los resultados del análisis de varianza en el cuadro 11, el rendimiento de *Pleurotus ostreatus*, producidos en diferentes sustratos son significativamente diferentes. El coeficiente de varianza para este factor es de 3.97, el cual está ubicado dentro de los rangos permisibles para este tipo de trabajos en laboratorio.

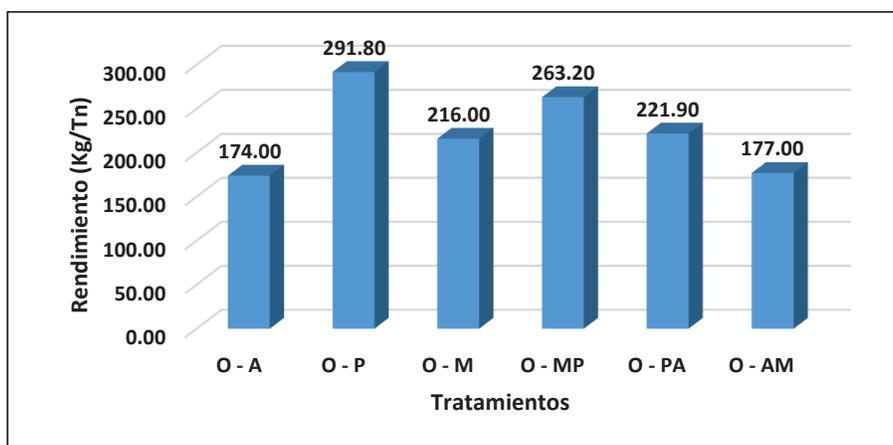
Existiendo diferencias estadísticas significativas, entre los diferentes tratamientos empleados en el experimento, se procedió a realizar la prueba de

comparación múltiple de Tukey, a un nivel de significancia de 0.05%, para determinar cuál de los tratamientos empleados en el hongo *Pleurotus ostreatus* resulta más eficiente respecto al rendimiento de hongo por tonelada de sustrato, cuyos resultados se exponen en el cuadro 12.

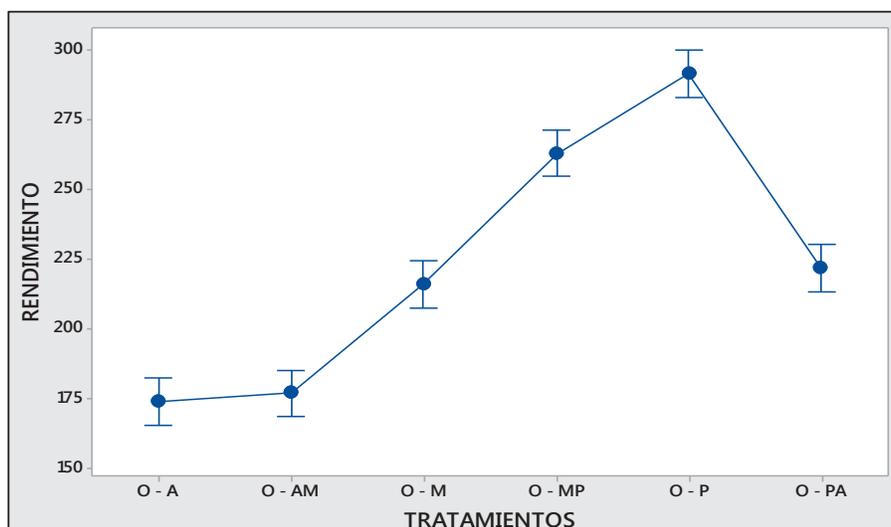
**Cuadro 12: Comparaciones Tukey del rendimiento de *Pleurotus ostreatus***

Orden de Méritos	TRATAMIENTO	Código	Promedios	Significancia 5 %
I	Rastrojo de Papa	O - P	291.80	A
II	Rastrojo de Maíz - Papa	O - MP	263.20	B
III	Rastrojo de Papa - Avena	O - PA	221.90	C
IV	Rastrojo de Maíz	O - M	216.00	C
V	Rastrojo de Avena - Maíz	O - AM	177.00	D
VI	Rastrojo de Avena	O - A	174.00	D

**Gráfico 2: Rendimiento de *Pleurotus ostreatus* en 6 sustratos**



**Gráfico 3: Intervalos Tukey del rendimiento de *Pleurotus ostreatus***



En la prueba de comparación Tukey, realizada al 95% de confiabilidad, indica que el tratamiento o sustrato en el cual se ha propagado *Pleurotus ostreatus* compuesto por rastrojo de papa, es estadísticamente diferente y superior a los demás y presenta mayor rendimiento de hongo en kilogramos por tonelada de sustrato 291.80 kg en promedio respectivamente. Le sigue posteriormente el sustrato compuesto por rastrojo de maíz - papa (263.20 kg) en promedio, la igualdad estadística entre el sustrato compuesto por rastrojo de papa - avena, y rastrojo de maíz (221.90 kg) y (216.00 kg) en promedio respectivamente. Los tratamientos que presentaron menor rendimiento fueron los compuestos por rastrojo de avena – maíz y rastrojo de avena (177 kg) y (174 kg) respectivamente, quienes así mismo reportan una igualdad estadística.

#### 6.1.1.2. *Pleurotus djamor*

Para evaluar el rendimiento de basidiocarpos del hongo *Pleurotus djamor*, se registró los datos del peso (gr) de los basidiocarpos con mayor tamaño en cada unidad experimental en este caso de los panetones. Se realizó su conversión a kilogramos para determinar el rendimiento por tonelada de sustrato, cuyos valores ordenados se muestran en el cuadro 13.

**Cuadro 13: Rendimiento (kg/t) de basidiocarpos de *Pleurotus djamor* en seis diferentes sustratos**

TRATAMIENTO	REPETICIONES					PROMEDIO	TOTAL
	1	2	3	4	5		
D – A	142.00	129.00	139.50	143.50	136.00	138.00	690.00
D – P	193.50	185.50	186.00	155.00	188.00	181.60	908.00
D – M	166.50	159.50	155.00	161.50	156.50	159.80	799.00
D – MP	193.00	191.00	192.50	193.00	192.00	192.30	961.50
D – PA	195.00	192.00	201.00	205.00	202.50	199.10	995.50
D – AM	146.00	167.50	162.50	166.50	149.50	158.40	792.00
<b>TOTAL</b>	<b>1036.00</b>	<b>1024.50</b>	<b>1036.50</b>	<b>1024.50</b>	<b>1024.50</b>	<b>171.53</b>	<b>5146.00</b>

**Cuadro 14: Análisis de varianza del rendimiento de *Pleurotus djamor***

F de V	GL	SC	CM	FC	Valor p	SIG
Bloques	4	27.6	6.91	0.08	0.986	NS
Tratamiento	5	13635.8	2727.15	33.45	0.000	*
Error	20	1630.6	81.53			
<b>Total</b>	<b>29</b>	<b>15294.0</b>	<b>CV:</b>		<b>5.26</b>	

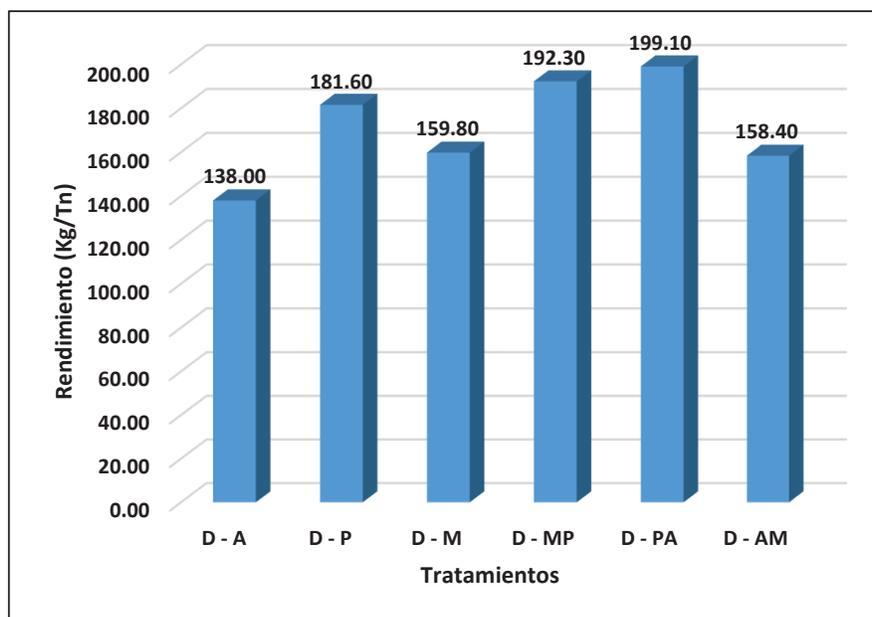
Como se puede observar en los resultados del análisis de varianza en el cuadro 14, el rendimiento de *Pleurotus djamor*, producidos en diferentes sustratos son significativamente diferentes. El coeficiente de varianza para este factor es de 5.26, el cual está ubicado dentro de los rangos permisibles para este tipo de trabajos en laboratorio.

Existiendo diferencias estadísticas significativas, entre los diferentes tratamientos empleados en el experimento, se procedió a realizar la prueba de comparación múltiple de Tukey, a un nivel de significancia de 0.05%, para determinar cuál de los tratamientos empleados en el hongo *Pleurotus djamor* resulta más eficiente respecto al rendimiento de hongo por tonelada de sustrato, cuyos resultados se exponen en el cuadro 15.

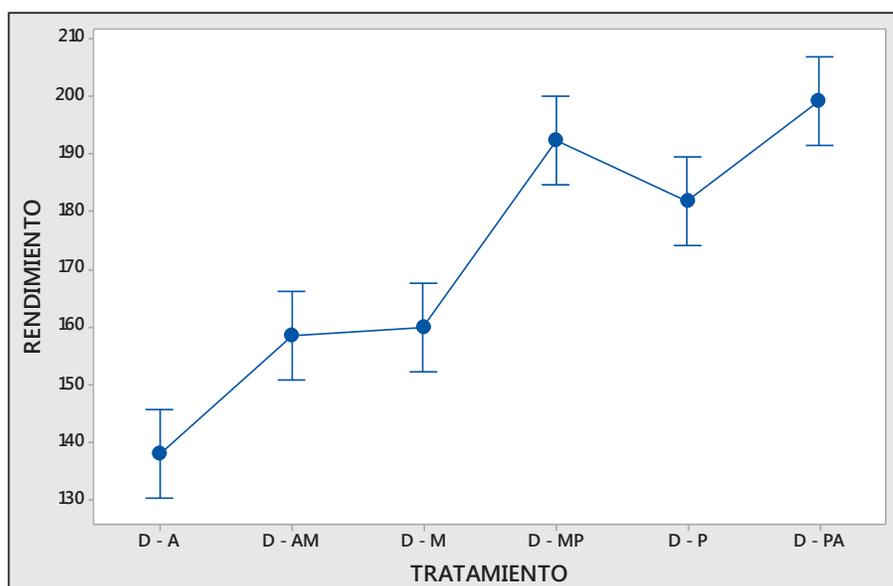
**Cuadro 15: Comparaciones Tukey para rendimiento de *Pleurotus djamor***

Orden de Méritos	TRATAMIENTO	Código	Promedios	Significancia 5 %
I	Rastrojo de Papa – Avena	D – PA	199.100	A
II	Rastrojo de Maíz – Papa	D – MP	192.300	A
III	Rastrojo de Papa	D – P	181.600	B
IV	Rastrojo de Maíz	D – M	159.800	C
V	Rastrojo de Avena – Maíz	D – AM	158.400	C
VI	Rastrojo de Avena	D – A	138.000	D

**Grafico 4: Rendimiento promedio de *Pleurotus djamor* en 6 sustratos**



**Grafico 5: Intervalos Tukey para rendimiento de *Pleurotus djamor***



En la prueba de comparación Tukey, realizada al 95% de confiabilidad, indica que los tratamientos o sustratos en los cuales se ha propagado *Pleurotus djamor* compuestos por rastrojo de papa y rastrojo de avena y rastrojo de maíz y papa (D – MP), son estadísticamente iguales y superiores a los demás y presenta mayor rendimiento de hongo en kilogramos por tonelada de sustrato 199.10 kg y 192.30 kg en promedio respectivamente. Le siguen posteriormente el sustrato compuesto por rastrojo de papa (181.60 kg), la igualdad estadística entre el sustrato compuesto por rastrojo de maíz, y rastrojo de avena – maíz (159.80 kg) y (158.40 kg) en promedio respectivamente. El tratamiento que presento menor rendimiento fue el compuesto por avena (138 kg).

### 6.1.1.3. *Pleurotus eryngii*

Para evaluar el rendimiento de basidiocarpos del hongo *Pleurotus eryngii*, se registró los datos del peso (gr) de los basidiocarpos con mayor tamaño en cada unidad experimental en este caso de los panetones. Se realizó su conversión a kilogramos para determinar el rendimiento por tonelada de sustrato, cuyos valores ordenados se muestran en el cuadro 16.

**Cuadro 16: Rendimiento (kg/t) de basidiocarpos de *Pleurotus eryngii* en seis diferentes sustratos**

TRATAMIENTO	REPETICIONES					PROMEDIO	TOTAL
	1	2	3	4	5		
E - A	185.00	175.00	184.00	176.00	182.00	180.40	902.00
E - P	131.00	133.00	139.00	133.00	138.00	134.80	674.00
E - M	173.00	170.00	172.00	171.00	175.00	172.20	861.00
E - MP	147.00	155.00	158.00	149.00	149.00	151.60	758.00
E - PA	183.00	181.00	186.00	181.00	185.00	183.20	16.00
E - AM	175.00	176.00	179.00	180.00	174.00	176.80	884.00
<b>TOTAL</b>	<b>994.00</b>	<b>990.00</b>	<b>1018.00</b>	<b>990.00</b>	<b>1003.00</b>	<b>166.50</b>	<b>4995.00</b>

**Cuadro 17: Análisis de varianza del rendimiento de *Pleurotus eryngii***

F de V	GL	SC	CM	FC	Valor p	SIG
Bloques	4	94.00	23.50	2.48	0.077	NS
Tratamiento	5	9187.90	1837.58	193.84	0.000	*
Error	20	189.60	9.48			
<b>Total</b>	<b>29</b>	<b>9471.50</b>	<b>CV:</b>		<b>1.85</b>	

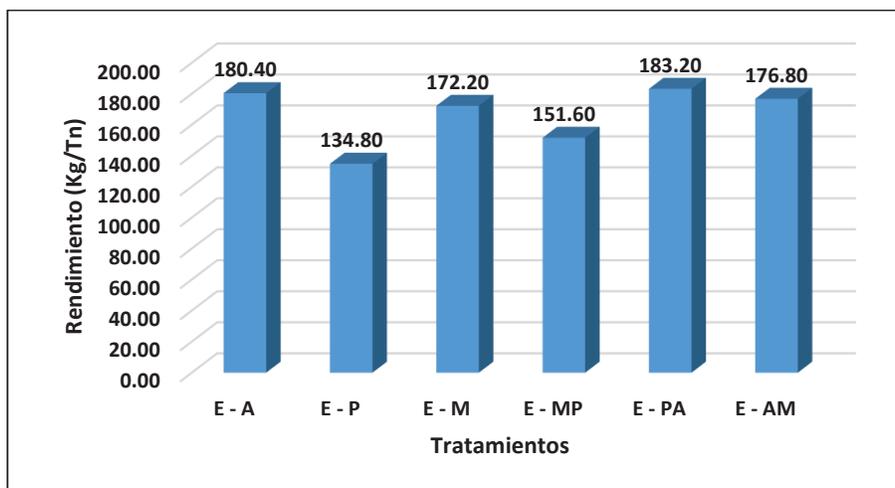
Como se puede observar en los resultados del análisis de varianza en el cuadro 17, el rendimiento de *Pleurotus eryngii*, producidos en diferentes sustratos son significativamente diferentes. El coeficiente de varianza para este factor es de 1.85, el cual está ubicado dentro de los rangos permisibles para este tipo de trabajos en laboratorio.

Existiendo diferencias estadísticas significativas, entre los diferentes tratamientos empleados en el experimento, se procedió a realizar la prueba de comparación múltiple de Tukey, a un nivel de significancia de 0.05%, para determinar cuál de los tratamientos empleados en el hongo *Pleurotus eryngii* resulta más eficiente respecto al rendimiento de hongo por tonelada de sustrato, cuyos resultados se exponen en el cuadro 18.

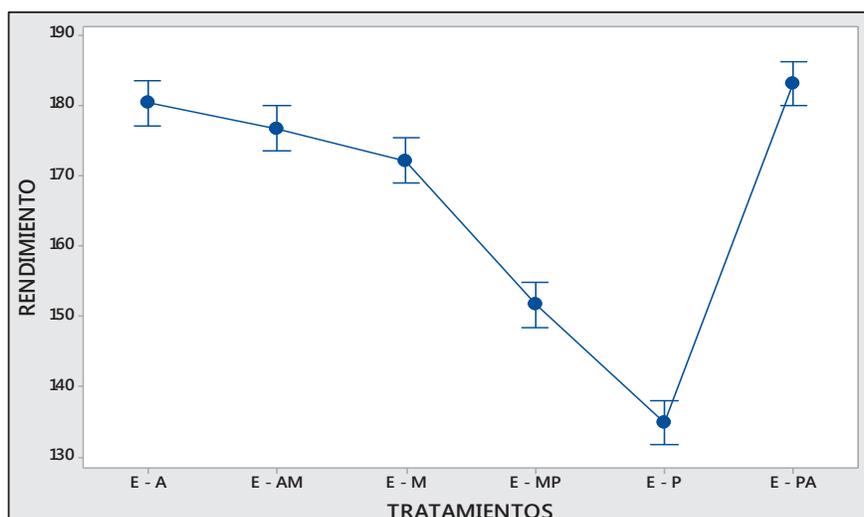
**Cuadro 18: Comparaciones Tukey del rendimiento de *Pleurotus eryngii***

Orden de Méritos	TRATAMIENTO	Código	Promedios	Significancia 5 %
I	Rastrojo de Papa – Avena	E – PA	183.20	A
II	Rastrojo de Avena	E – A	180.40	A
III	Rastrojo de Avena – Maíz	E - AM	176.80	B
IV	Rastrojo de Maíz	E – M	172.20	B
V	Rastrojo de Maíz – Papa	E - MP	151.60	C
VI	Rastrojo de Papa	E - P	134.80	D

**Grafico 6: Rendimiento de *Pleurotus eryngii* en 6 sustratos**



**Grafico 7: Intervalos Tukey del rendimiento de *Pleurotus eryngii***



En la prueba de comparación Tukey, realizada al 95% de confiabilidad, indica que los tratamientos o sustratos en los cuales se ha propagado *Pleurotus eryngii* compuestos por rastrojo de papa - rastrojo de avena y rastrojo de avena, son estadísticamente iguales y superiores a los demás y presenta mayor rendimiento de hongo en kilogramos por tonelada de sustrato 183.20 kg y 180.40 kg en promedio respectivamente. Le siguen posteriormente el sustrato compuesto por rastrojo de avena - maíz (176.80 kg), estadísticamente igual que el sustrato compuesto por rastrojo de maíz (172.20 kg) en promedio respectivamente. Los tratamientos que presentaron menor rendimiento de basidiocarpos, respecto al hongo *Pleurotus eryngii* fue el compuesto por rastrojo de maíz – papa y papa (151.60 kg) y (134.80) respectivamente.

#### 6.1.1.4. Rendimiento en tres especies de *Pleurotus*

De acuerdo a las evaluaciones realizadas y las comparaciones Tukey del rendimiento de *Pleurotus djamor*, *Pleurotus eryngii*, *Pleurotus ostreatus*, en diferentes sustratos, se identifica que la especie *Pleurotus ostreatus* en el sustrato compuesto por rastrojo de papa (O – P) presenta mayor rendimiento en comparación a las demás (291.80 kg), diferente estadísticamente a los demás tratamientos, en segundo lugar se identifica al tratamiento compuesto por *Pleurotus ostreatus*, en presencia del sustrato rastrojo de maíz y papa (O – MP) reporta un rendimiento de 263.20 Kg de basidiocarpos. Los tratamientos que presentaron menor rendimiento de basidiocarpos fueron aquellos compuestos por *Pleurotus djamor* en sustrato de avena (D – A), y *Pleurotus eryngii* en sustrato de papa (E – P), con (138.0 kg) y (134.80 kg) respectivamente, estadísticamente son iguales. Tal como se observa en el cuadro 19, existe mayor rendimiento en *Pleurotus ostreatus* en comparación a las demás especies, siendo en los sustratos en donde reporta menor rendimiento compuesto por Avena – Maíz (O – AM) y avena (O – A), (177.0 kg) y (174.0 kg) respectivamente.

**Cuadro 19: Comparaciones Tukey del rendimiento (kg/t) de tres especies de *Pleurotus* en diferentes sustratos**

Orden de Méritos	TRATAMIENTO	Código	Promedios	Significancia 5 %
I	<i>Pleurotus ostreatus</i> – Papa	O – P	291.80	A
II	<i>Pleurotus ostreatus</i> – Maíz – Papa	O - MP	263.20	B
III	<i>Pleurotus ostreatus</i> – Papa - Avena	O - PA	221.90	C
IV	<i>Pleurotus ostreatus</i> – Maíz	O – M	216.00	C
V	<i>Pleurotus djamor</i> – Papa – Avena	D – PA	199.10	D
VI	<i>Pleurotus djamor</i> – Maíz – Papa	D - MP	192.30	D
VII	<i>Pleurotus eryngii</i> – Papa – Avena	E – PA	183.20	D
VIII	<i>Pleurotus djamor</i> – Papa	D – P	181.60	E
IX	<i>Pleurotus eryngii</i> – Avena	E – A	180.40	E
X	<i>Pleurotus ostreatus</i> – Avena - Maíz	O - AM	177.00	E
XI	<i>Pleurotus eryngii</i> – Avena – Maíz	E - AM	176.80	E
XII	<i>Pleurotus ostreatus</i> – Avena	O – A	174.00	F
XIII	<i>Pleurotus eryngii</i> – Maíz	E – M	172.20	F
XIV	<i>Pleurotus djamor</i> – Maíz	D – M	159.80	G
XV	<i>Pleurotus djamor</i> – Avena – Maíz	D - AM	158.40	G
XVI	<i>Pleurotus eryngii</i> – Maíz – Papa	E - MP	151.60	H
XVII	<i>Pleurotus djamor</i> – Avena	D – A	138.00	I
XVIII	<i>Pleurotus eryngii</i> – Papa	E – P	134.80	I

## 6.1.2. Porcentaje de Degradación del Sustrato

### 6.1.2.1. *Pleurotus ostreatus*

Para determinar el porcentaje de degradación de los sustratos o tratamientos empleado en la propagación del hongo *Pleurotus ostreatus*, se realizó el cálculo mediante la fórmula de gramos de sustrato seco inicial menos el sustrato seco final entre los gramos del sustrato seco inicial, todo ello multiplicado por 100 (%) cuyos valores ordenados se muestran en el cuadro 20.

**Cuadro 20: Datos ordenados del porcentaje (%) de degradación de sustrato de *Pleurotus ostreatus* en seis diferentes sustratos**

TRATAMIENTO	REPETICIONES					PROMEDIO	TOTAL
	1	2	3	4	5		
O - A	46.60	44.00	44.35	41.60	44.35	44.18	220.90
O - P	48.50	47.90	49.85	46.25	48.15	48.13	240.65
O - M	41.30	40.95	38.85	41.40	39.90	40.48	202.40
O - MP	47.45	48.40	48.85	47.25	49.90	48.37	241.85
O - PA	48.65	47.50	49.50	47.75	49.30	48.54	242.70
O - AM	41.85	42.00	42.75	42.50	42.75	42.37	211.85
<b>TOTAL</b>	<b>274.35</b>	<b>270.75</b>	<b>274.15</b>	<b>266.75</b>	<b>274.35</b>	<b>45.35</b>	<b>1360.35</b>

**Cuadro 21: Análisis de varianza del porcentaje de degradación del sustrato en *Pleurotus ostreatus***

F de V	GL	SC	CM	FC	Valor p	SIG
Bloques	4	7.461	1.865	1.48	0.245	NS
Tratamiento	5	304.955	60.991	48.48	0.000	*
Error	20	25.161	1.258			
<b>Total</b>	<b>29</b>	<b>337.577</b>	<b>CV:</b>		<b>2.47</b>	

Como se puede observar en los resultados del análisis de varianza en el cuadro 21, el porcentaje de degradación de los sustratos en los cuales se ha propagado la especie de *Pleurotus ostreatus*, son significativamente diferentes. El coeficiente de varianza para este factor es de 2.47, el cual está ubicado dentro de los rangos permisibles para este tipo de trabajos en laboratorio.

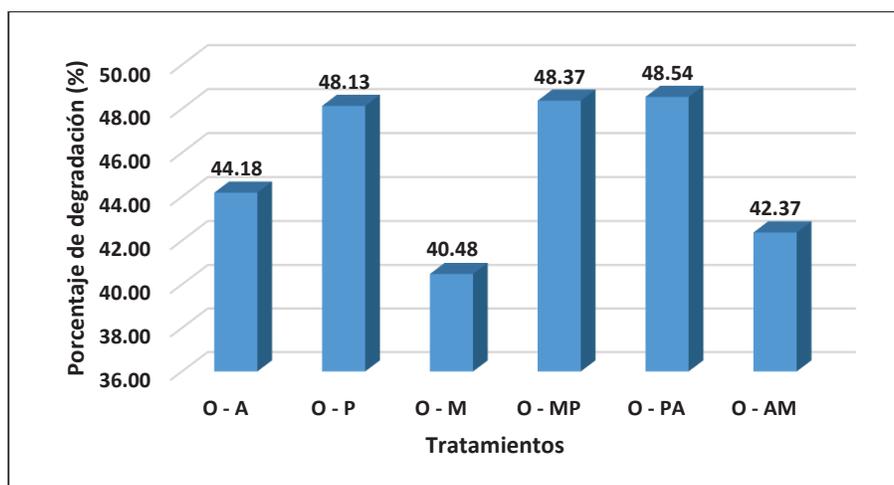
Existiendo diferencias estadísticas significativas, entre los diferentes tratamientos empleados en el experimento, se procedió a realizar la prueba de comparación múltiple de Tukey, a un nivel de significancia de 0.05%, para determinar cuál de los tratamientos empleados en la propagación del hongo

*Pleurotus ostreatus* resulta más eficiente respecto al porcentaje de degradación de sustrato, cuyos resultados se exponen en el cuadro 22.

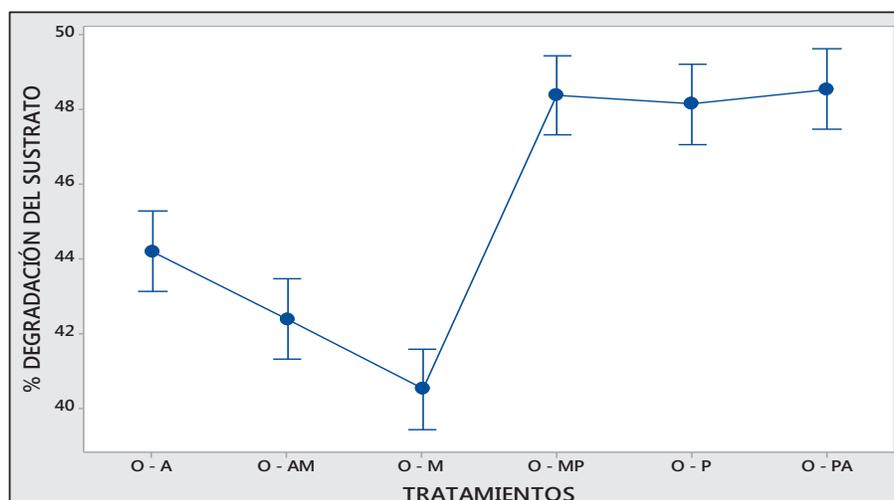
**Cuadro 22: Comparaciones Tukey del porcentaje de degradación de sustrato en *Pleurotus ostreatus***

Orden de Méritos	TRATAMIENTO	Código	Promedios	Significancia 5 %
I	Rastrojo de Papa – Avena	O – PA	48.540	A
II	Rastrojo de Maíz – Papa	O – MP	48.370	A
III	Rastrojo de Papa	O – P	48.130	A
IV	Rastrojo de Avena	O – A	44.180	B
V	Rastrojo de Avena – Maíz	O – AM	42.370	C
VI	Rastrojo de Maíz	O – M	40.480	C

**Grafico 8: Valores promedio del porcentaje de degradación del sustrato en *Pleurotus ostreatus***



**Grafico 9: Intervalos Tukey del porcentaje de degradación del sustrato en *Pleurotus ostreatus***



En la prueba de comparación Tukey, realizada al 95% de confiabilidad, indica que los tratamientos compuestos por *Pleurotus ostreatus* en rastrojo de papa - avena (O – PA), maíz – papa (O – MP), y papa (O – P), son estadísticamente iguales y superiores en comparación a los demás tratamientos y presentan mayor porcentaje de degradación del sustrato (48.54%), (48.37%) y (48.13%) en promedio respectivamente. Le sigue el tratamiento compuesto por *Pleurotus ostreatus* en sustrato de rastrojo de avena (O – A), con un porcentaje de degradación del sustrato de (44.18%) en promedio respectivamente; los tratamientos que presentaron menor porcentaje en degradación del sustrato fueron los compuestos por *Pleurotus ostreatus* en rastrojo de avena – maíz (O – AM), y rastrojo de maíz (O – M), con (42.37%) y (40.48%) en promedio respectivamente, estadísticamente iguales.

#### 6.1.2.2. *Pleurotus djamor*

Para determinar el porcentaje de degradación de los sustratos o tratamientos empleado en la propagación del hongo *Pleurotus djamor*, se realizó el cálculo mediante la fórmula de gramos de sustrato seco inicial menos el sustrato seco final entre los gramos del sustrato seco inicial, todo ello multiplicado por 100 (%) cuyos valores ordenados se muestran en el cuadro 23.

**Cuadro 23: Porcentaje (%) de degradación de sustrato en *Pleurotus djamor* en seis diferentes sustratos**

TRATAMIENTO	REPETICIONES					PROMEDIO	TOTAL
	1	2	3	4	5		
D - A	37.70	33.00	35.00	36.00	33.50	35.04	175.20
D - P	36.20	36.50	35.00	34.50	37.50	35.94	179.70
D - M	35.50	37.50	33.05	40.00	35.00	36.21	181.05
D - MP	39.00	40.00	36.50	36.65	38.00	38.03	190.15
D - PA	42.25	43.20	45.05	40.05	41.70	42.45	212.25
D - AM	95.83	96.15	95.83	96.00	95.83	95.93	479.65
<b>TOTAL</b>	<b>286.48</b>	<b>286.35</b>	<b>280.43</b>	<b>283.20</b>	<b>281.53</b>	<b>47.27</b>	<b>1418.00</b>

**Cuadro 24: Análisis de varianza porcentaje de degradación de sustrato en *Pleurotus djamor***

F de V	GL	SC	CM	FC	Valor p	SIG
Bloques	4	5.1	1.26	0.38	0.818	NS
Tratamiento	5	14383.7	2876.75	870.91	0.000	*
Error	20	66.1	3.30			
<b>Total</b>	<b>29</b>	<b>14454.9</b>	<b>CV:</b>		<b>3.84</b>	

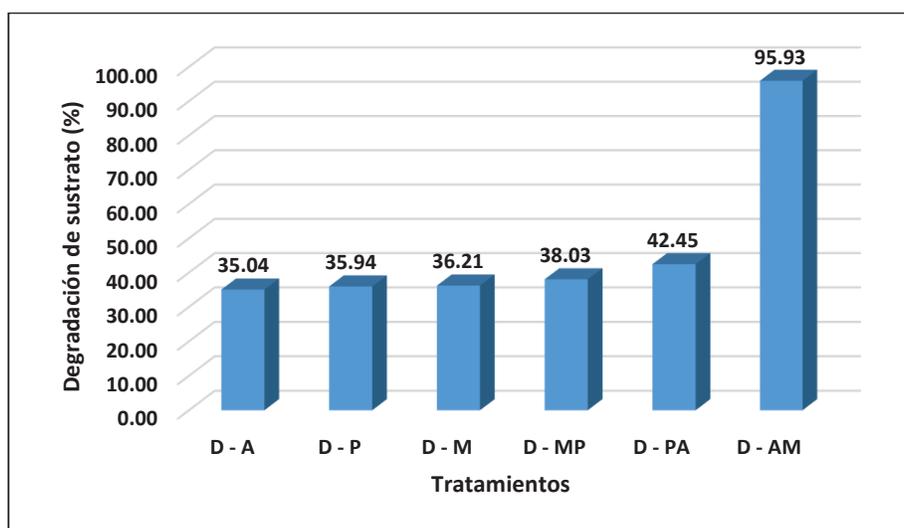
Como se puede observar en los resultados del análisis de varianza en el cuadro 24, el porcentaje de degradación de los sustratos en los cuales se ha propagado la especie de *Pleurotus djamor*, son significativamente diferentes. El coeficiente de varianza para este factor es de 3.84, el cual está ubicado dentro de los rangos permisibles para este tipo de trabajos en laboratorio.

Existiendo diferencias estadísticas significativas, entre los diferentes tratamientos empleados en el experimento, se procedió a realizar la prueba de comparación múltiple de Tukey, a un nivel de significancia de 0.05%, para determinar cuál de los tratamientos empleados en la propagación del hongo *Pleurotus djamor* resulta más eficiente respecto al porcentaje de degradación de sustrato, cuyos resultados se exponen en el cuadro 25.

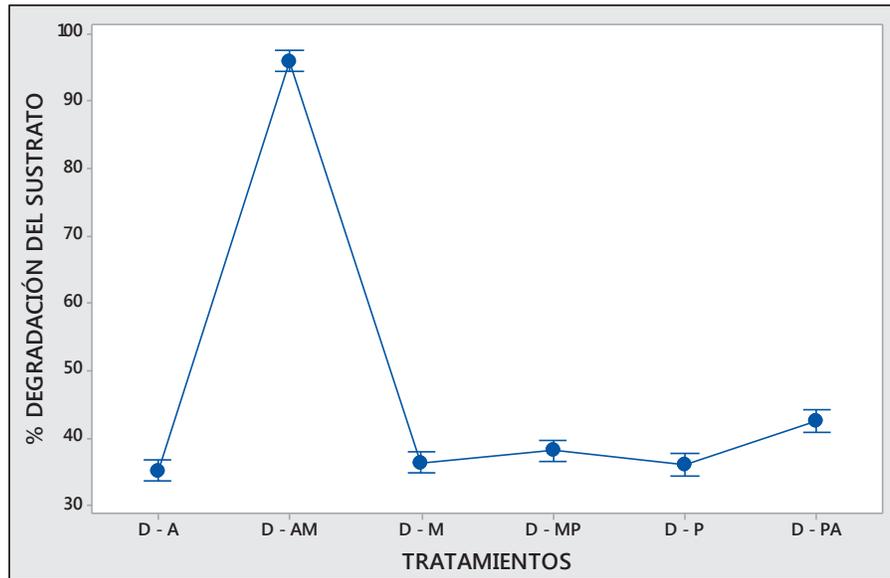
**Cuadro 25: Comparaciones Tukey para porcentaje de degradación de sustrato en *Pleurotus djamor***

Orden de Méritos	TRATAMIENTO	Código	Promedios	Significancia 5 %
I	Rastrojo de Avena – Maíz	D – AM	95.9308	A
II	Rastrojo de Papa – Avena	D – PA	42.450	B
III	Rastrojo de Maíz – Papa	D – MP	38.030	C
IV	Rastrojo de Maíz	D – M	36.21	C
V	Rastrojo de Papa	D – P	35.940	C
VI	Rastrojo de Avena	D – A	35.040	C

**Grafico 10: Valores promedio del porcentaje de degradación de sustrato de 6 tratamientos en *Pleurotus djamor***



**Grafico 11: Intervalos Tukey del porcentaje de degradación de sustrato de 6 tratamientos en *Pleurotus djamor***



En la prueba de comparación Tukey, realizada al 95% de confiabilidad, indica que el tratamiento compuesto por *Pleurotus djamor* en rastrojo de avena y maíz (D – AM), es estadísticamente diferente superior a los demás y presenta mayor porcentaje de degradación del sustrato (95.93%) en promedio. Le sigue el tratamiento compuesto por *Pleurotus djamor* en sustrato de rastrojo de papa - avena (42.45%) en promedio. Los tratamientos que presentaron menor porcentaje de degradación de sustrato fueron los compuestos por *Pleurotus djamor* en rastrojo de maíz – papa (D – MP), rastrojo de maíz (D – M), rastrojo de papa (D – P), y rastrojo de avena (D – A), con (38.03%), (36.21%), (35.94%), (35.04%) respectivamente, los cuales son estadísticamente iguales.

### 6.1.2.3. *Pleurotus eryngii*

Para determinar el porcentaje de degradación de los sustratos o tratamientos empleado en la propagación del hongo *Pleurotus eryngii*, se realizó el cálculo mediante la fórmula de gramos de sustrato seco inicial menos el sustrato seco final entre los gramos del sustrato seco inicial, todo ello multiplicado por 100 (%) cuyos valores ordenados se muestran en el cuadro 26.

**Cuadro 26: Porcentaje (%) de degradación del sustrato de *Pleurotus eryngii* en seis diferentes sustratos**

TRATAMIENTO	REPETICIONES					PROMEDIO	TOTAL
	1	2	3	4	5		
E - A	50.00	46.00	52.30	54.00	56.00	51.66	258.30
E - P	35.00	40.00	30.00	35.00	31.00	34.20	171.00
E - M	30.00	22.00	26.00	20.00	30.00	25.60	128.00
E - MP	23.10	24.00	28.50	22.00	18.70	23.26	116.30
E - PA	26.00	22.00	29.90	34.00	36.00	29.58	147.90
E - AM	40.50	46.00	42.00	36.00	32.00	39.30	196.50
<b>TOTAL</b>	<b>204.60</b>	<b>200.00</b>	<b>208.70</b>	<b>201.00</b>	<b>203.70</b>	<b>33.93</b>	<b>1018.00</b>

**Cuadro 27: Análisis de varianza del porcentaje de degradación del sustrato en *Pleurotus eryngii***

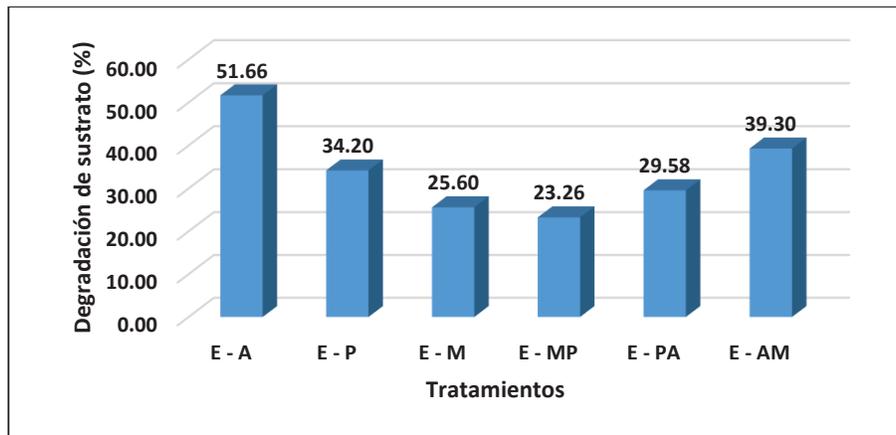
F de V	GL	SC	CM	FC	Valor p	SIG
Bloques	4	7.79	1.947	0.08	0.988	NS
Tratamiento	5	2727.11	545.423	21.95	0.000	*
Error	20	497.06	24.853			
<b>Total</b>	<b>29</b>	<b>3231.97</b>	<b>CV:</b>		<b>14.69</b>	

Como se puede observar en los resultados del análisis de varianza en el cuadro 27, el porcentaje de degradación de los sustratos en los cuales se ha propagado la especie de *Pleurotus eryngii*, son significativamente diferentes. El coeficiente de varianza para este factor es de 14.69, el cual está ubicado dentro de los rangos permisibles para este tipo de trabajos en laboratorio. Existiendo diferencias estadísticas significativas, entre los diferentes tratamientos empleados en el experimento, se procedió a realizar la prueba de comparación múltiple de Tukey, a un nivel de significancia de 0.05%, para determinar cuál de los tratamientos empleados en la propagación del hongo *Pleurotus eryngii* resulta más eficiente respecto al porcentaje de degradación de sustrato, cuyos resultados se exponen en el cuadro 28.

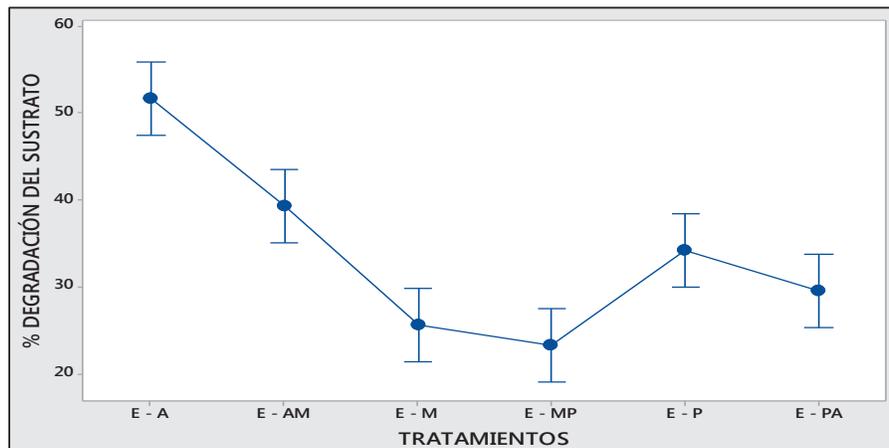
**Cuadro 28: Comparaciones Tukey del porcentaje de degradación del sustrato en *Pleurotus eryngii***

Orden de Méritos	TRATAMIENTO	Código	Promedios	Significancia 5 %
I	Rastrojo de Avena	E – A	51.66	A
II	Rastrojo de Avena – Maíz	E – AM	39.30	B
III	Rastrojo de Papa	E – P	34.20	B
IV	Rastrojo de Papa – Avena	E – PA	29.58	C
V	Rastrojo de Maíz	E – M	25.60	C
VI	Rastrojo de Maíz – Papa	E – MP	23.26	D

**Grafico 12: Valores promedio del porcentaje de degradación del sustrato en *Pleurotus eryngii***



**Grafico 13: Intervalos Tukey del porcentaje de degradación del sustrato en *Pleurotus eryngii***



En la prueba de comparación Tukey, realizada al 95% de confiabilidad, indica que el tratamiento compuesto por *Pleurotus eryngii* en rastrojo de avena (E – A), es estadísticamente diferente superior a los demás y presenta mayor porcentaje de degradación del sustrato (51.66%) en promedio. Le sigue los tratamientos compuestos por *Pleurotus eryngii* en sustrato de rastrojo de avena – maíz (E – AM), rastrojo de papa (E – P), con (39.30 %) y (34.20%) en promedio respectivamente; el tratamiento compuesto por *Pleurotus eryngii* en sustrato de rastrojo de papa – avena (E – PA) y maíz (E – M), son iguales estadísticamente con un porcentaje de degradación de sustrato de (29.58%) y (25.60%) respectivamente. El tratamiento que presentó menor porcentaje en degradación del sustrato fue el compuesto por *Pleurotus eryngii* en rastrojo de maíz – papa (E – MP), con (23.26%) respectivamente, diferente estadísticamente al resto.

#### 6.1.2.4. Porcentaje de degradación del sustrato en tres especies de *Pleurotus*

De acuerdo a las evaluaciones realizadas y las comparaciones Tukey del porcentaje de degradación del sustrato de los tratamientos de *Pleurotus djamor*, *Pleurotus eryngii*, *Pleurotus ostreatus* en diferentes sustratos, se identifica que la especie *Pleurotus djamor* en el sustrato compuesto por rastrojo de avena y maíz (D – AM) presenta un porcentaje de degradación del sustrato muy superior en comparación a las demás (95.93%), diferente estadísticamente a los demás tratamientos, en segundo lugar se identifica al tratamiento compuesto por *Pleurotus eryngii*, en presencia del sustrato compuesto por rastrojo de avena (E – A), que reporta un porcentaje de degradación de sustrato de 51.66 %. Los tratamientos que presentaron menor porcentaje de degradación del sustrato fueron aquellos compuestos por *Pleurotus eryngii* en sustrato de rastrojo de papa - avena (E – PA), rastrojo de maíz (E – M), y rastrojo de maíz – papa (E – MP), con (29.58 %), (25.60%) y (23.26%) respectivamente, estadísticamente iguales. Tal como se observa en el cuadro 29, existe mayor porcentaje de degradación en aquellos sustratos compuestos por al menos rastrojo de avena en los cuales se ha propagado *Pleurotus*, en comparación a los demás sustratos empleados.

**Cuadro 29: Comparaciones Tukey del porcentaje (%) de degradación del sustrato en tres especies de *Pleurotus***

Orden de Méritos	TRATAMIENTO	Código	Promedios	Significancia 5 %
I	<i>Pleurotus djamor</i> – Avena – Maíz	D - AM	95.9308	A
II	<i>Pleurotus eryngii</i> – Avena	E – A	51.66	B
III	<i>Pleurotus ostreatus</i> – Papa – Avena	O - PA	48.540	C
IV	<i>Pleurotus ostreatus</i> – Maíz – Papa	O - MP	48.370	C
V	<i>Pleurotus ostreatus</i> – Papa	O – P	48.130	C
VI	<i>Pleurotus ostreatus</i> – Avena	O – A	44.180	D
VII	<i>Pleurotus djamor</i> – Papa – Avena	D – PA	42.450	D
VIII	<i>Pleurotus ostreatus</i> – Avena – Maíz	O - AM	42.370	D
IX	<i>Pleurotus ostreatus</i> – Maíz	O – M	40.480	E
X	<i>Pleurotus eryngii</i> – Avena – Maíz	E - AM	39.30	E
XI	<i>Pleurotus djamor</i> – Maíz – Papa	D - MP	38.030	E
XII	<i>Pleurotus djamor</i> – Maíz	D – M	36.21	F
XIII	<i>Pleurotus djamor</i> – Papa	D – P	35.940	F
XIV	<i>Pleurotus djamor</i> – Avena	D – A	35.040	F
XV	<i>Pleurotus eryngii</i> – Papa	E – P	34.20	G
XVI	<i>Pleurotus eryngii</i> – Papa – Avena	E – PA	29.58	H
XVII	<i>Pleurotus eryngii</i> – Maíz	E – M	25.60	H
XVIII	<i>Pleurotus eryngii</i> – Maíz – Papa	E - MP	23.26	H

## 6.2. CARACTERÍSTICAS MORFOLÓGICAS DE LOS BASIDIOCARPOS DE LAS DIFERENTES ESPECIES DE HONGOS

### 6.2.1. Número de Basidiocarpos

#### 6.2.1.1. *Pleurotus ostreatus*

Para evaluar el número de basidiocarpos del hongo *Pleurotus ostreatus*, se registró los números de basidiocarpos promedios de los seis sustratos (tratamientos) y sus repeticiones respectivas, cuyos valores ordenados se exponen en siguiente cuadro.

**Cuadro 30: Número de basidiocarpos de *Pleurotus ostreatus* en seis diferentes sustratos**

TRATAMIENTO	REPETICIONES					PROMEDIO	TOTAL
	1	2	3	4	5		
O – A	18.00	16.00	15.00	14.00	16.00	15.80	79.00
O – P	27.00	29.00	26.00	30.00	28.00	28.00	140.00
O – M	19.00	18.00	20.00	18.00	20.00	19.00	95.00
O – MP	21.00	21.00	20.00	19.00	20.00	20.20	101.00
O – PA	19.00	22.00	20.00	21.00	21.00	20.60	103.00
O – AM	18.00	16.00	17.00	15.00	17.00	16.60	83.00
<b>TOTAL</b>	<b>122.00</b>	<b>122.00</b>	<b>118.00</b>	<b>117.00</b>	<b>122.00</b>	<b>20.03</b>	<b>601.00</b>

**Cuadro 31: Análisis de varianza del número de basidiocarpos de *Pleurotus ostreatus* en seis diferentes sustratos**

F de V	GL	SC	CM	FC	Valor p	SIG
Bloques	4	4.133	1.033	0.65	0.634	NS
Tratamiento	5	472.967	94.593	59.37	0.000	*
Error	20	31.867	1.593			
<b>Total</b>	<b>29</b>	<b>508.967</b>	<b>CV:</b>		<b>6.30</b>	

Como se puede observar en los resultados del análisis de varianza en el cuadro 31, el número de basidiocarpos de la especie *Pleurotus ostreatus* propagada en diferentes sustratos, son significativamente diferentes. El coeficiente de varianza para este factor es de 6.30, el cual está ubicado dentro de los rangos permisibles para este tipo de trabajos en laboratorio.

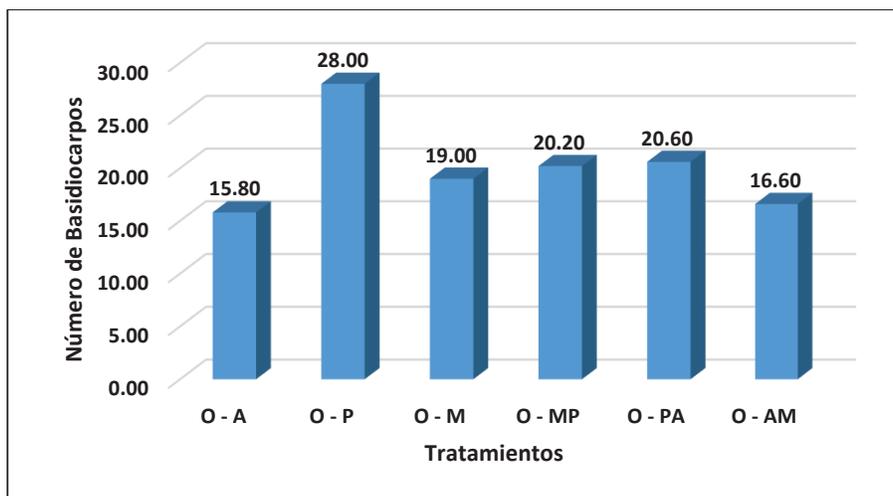
Existiendo diferencias estadísticas significativas, entre los diferentes tratamientos empleados en el experimento, se procedió a realizar la prueba de comparación múltiple de Tukey, a un nivel de significancia de 0.05%, para determinar cuál de los tratamientos empleados en la propagación del hongo

*Pleurotus ostreatus* resulta más eficiente respecto al número de basidiocarpos producidos, cuyos resultados se exponen en el cuadro 32.

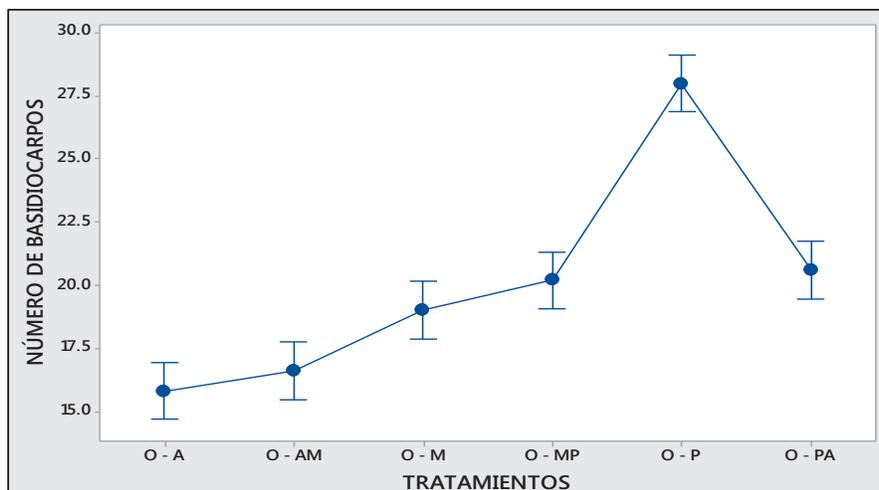
**Cuadro 32: Comparaciones Tukey del número de basidiocarpos de *Pleurotus ostreatus* en seis diferentes sustratos**

Orden de Méritos	TRATAMIENTO	Código	Promedios	Significancia 5 %
I	Rastrojo de Papa	O – P	28.000	A
II	Rastrojo de Papa – Avena	O – PA	20.600	B
III	Rastrojo de Maíz – Papa	O – MP	20.200	B
IV	Rastrojo de Maíz	O – M	19.000	B
V	Rastrojo de Avena – Maíz	O – AM	16.600	C
VI	Rastrojo de Avena	O – A	15.800	C

**Grafico 14: Valores promedio del número de basidiocarpos de *Pleurotus ostreatus* en seis diferentes sustratos**



**Grafico 15: Intervalos Tukey del número de basidiocarpos de *Pleurotus ostreatus* en seis diferentes sustratos**



En la prueba de comparación Tukey, realizada al 95% de confiabilidad, indica que el tratamiento compuesto por *Pleurotus ostreatus* en rastrojo de papa (O – P), presenta mayor número de basidiocarpos en comparación a los demás (28.00), y es estadísticamente diferente; le siguen los tratamientos compuestos por *Pleurotus ostreatus* en rastrojo de papa – avena (O – PA), rastrojo de maíz - papa (O - MP), y rastrojo de maíz (O – M), con (20.60), (20.20) y (19.00) basidiocarpos en promedio respectivamente, siendo así mismo estadísticamente iguales. Los tratamientos que presentaron menor número de basidiocarpos fueron los compuestos por *Pleurotus ostreatus* en rastrojo de avena - maíz (O - AM) y rastrojo de avena (O – A), con (16.60) y (15.80) basidiocarpos en promedio respectivamente, los cuales son estadísticamente iguales.

#### 6.2.1.2. *Pleurotus djamor*

Para evaluar el número de basidiocarpos del hongo *Pleurotus djamor*, se registró los números de basidiocarpos promedios de los seis sustratos (tratamientos) y sus repeticiones respectivas, cuyos valores se exponen en el siguiente cuadro.

**Cuadro 33: Número de basidiocarpos de *Pleurotus djamor* en seis diferentes sustratos**

TRATAMIENTO	REPETICIONES					PROMEDIO	TOTAL
	1	2	3	4	5		
D – A	21.00	19.00	20.00	21.00	19.00	20.00	100.00
D – P	30.00	30.00	29.00	28.00	31.00	29.60	148.00
D – M	30.00	28.00	27.00	27.00	29.00	28.20	141.00
D – MP	33.00	32.00	33.00	31.00	30.00	31.80	159.00
D – PA	29.00	30.00	33.00	32.00	32.00	31.20	156.00
D – AM	24.00	26.00	24.00	25.00	24.00	24.60	123.00
<b>TOTAL</b>	<b>167.00</b>	<b>165.00</b>	<b>166.00</b>	<b>164.00</b>	<b>165.00</b>	<b>27.57</b>	<b>827.00</b>

**Cuadro 34: Análisis de varianza del número de basidiocarpos de *Pleurotus djamor* en seis diferentes sustratos**

F de V	GL	SC	CM	FC	Valor p	SIG
Bloques	4	0.867	0.217	0.12	0.974	NS
Tratamiento	5	508.567	101.713	56.61	0.000	*
Error	20	35.933	1.797			
<b>Total</b>	<b>29</b>	<b>545.367</b>	<b>CV:</b>		<b>4.86</b>	

Como se puede observar en los resultados del análisis de varianza en el cuadro 34, el número de basidiocarpos de la especie *Pleurotus djamor*

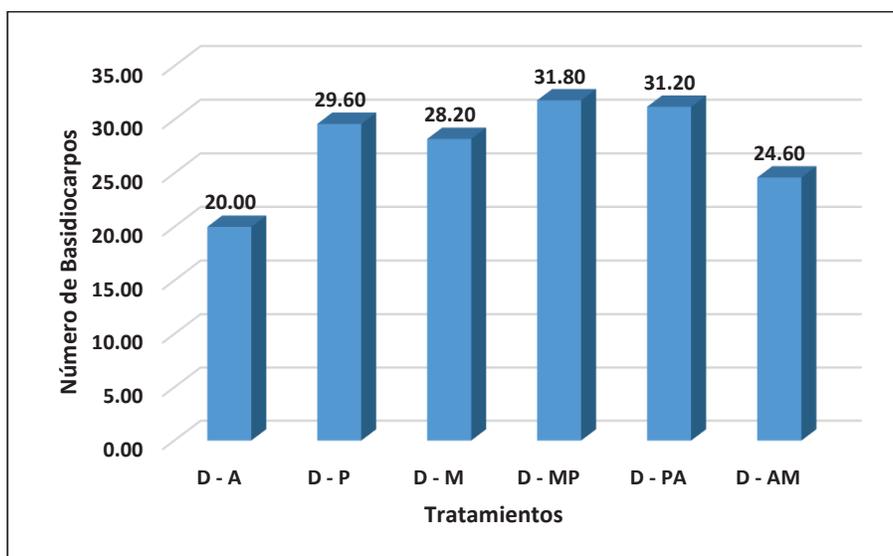
propagada en diferentes sustratos, son significativamente diferentes. El coeficiente de varianza para este factor es de 4.86, el cual está ubicado dentro de los rangos permisibles para este tipo de trabajos en laboratorio.

Existiendo diferencias estadísticas significativas, entre los diferentes tratamientos empleados en el experimento, se procedió a realizar la prueba de comparación múltiple de Tukey, a un nivel de significancia de 0.05%, para determinar cuál de los tratamientos empleados en la propagación del hongo *Pleurotus djamor* resulta más eficiente respecto al número de basidiocarpos producidos, cuyos resultados se exponen en el cuadro 35.

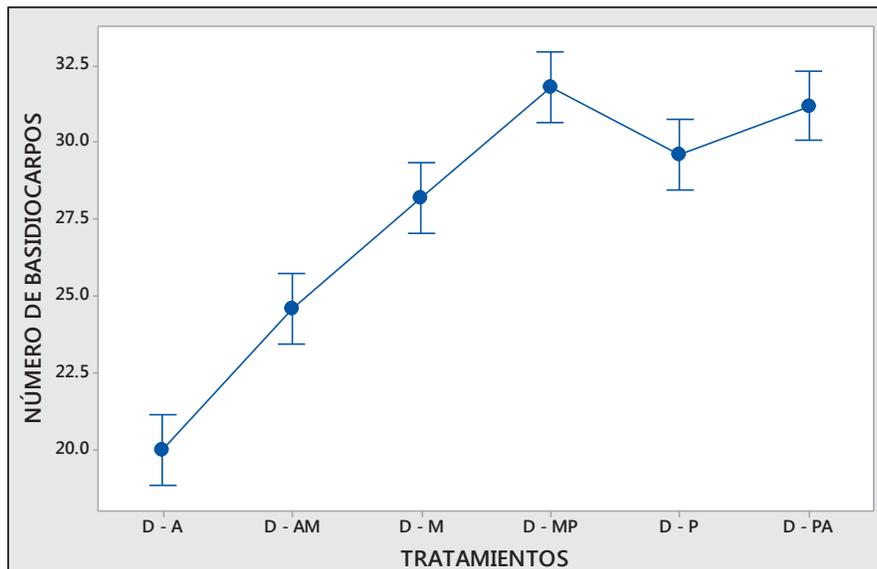
**Cuadro 35: Comparaciones Tukey del número de basidiocarpos de *Pleurotus djamor* en seis diferentes sustratos**

Orden de Méritos	TRATAMIENTO	Código	Promedios	Significancia 5 %
I	Rastrojo de Maíz – Papa	D – MP	31.800	A
II	Rastrojo de Papa – Avena	D – PA	31.200	A
III	Rastrojo de Papa	D – P	29.600	B
IV	Rastrojo de Maíz	D – M	28.200	B
V	Rastrojo de Avena – Maíz	D – AM	24.600	C
VI	Rastrojo de Avena	D – A	20.000	D

**Grafico 16: Valores promedio del número de basidiocarpos de *Pleurotus djamor* en seis diferentes sustratos**



**Grafico 17: Intervalos Tukey del número de basidiocarpos de *Pleurotus djamor* en seis diferentes sustratos**



En la prueba de comparación Tukey, realizada al 95% de confiabilidad, indica que los tratamientos compuestos por *Pleurotus djamor* en rastrojo de maíz y papa (D – MP) y en rastrojo de papa –avena (D – PA), son estadísticamente iguales y superiores a los demás tratamientos y presentaron mayor número de basidiocarpos (31.80) y (31.20), en promedio respectivamente. Le siguen los tratamientos compuestos por *Pleurotus djamor* en sustrato de rastrojo de papa (D – P) y rastrojo de maíz (D – M), que presentaron (29.60) y (28.20) números de basidiocarpos en promedio respectivamente, estadísticamente iguales. Los tratamientos que presentaron menor número de basidiocarpos fueron los compuestos por *Pleurotus djamor* en rastrojo de avena - maíz (D – AM) y rastrojo de avena (D – A), con (24.60), (20.00) en promedio respectivamente, los cuales son estadísticamente diferentes.

### 6.2.1.3. *Pleurotus eryngii*

Para evaluar el número de basidiocarpos del hongo *Pleurotus eryngii*, se registró los números de basidiocarpos promedios de los seis sustratos (tratamientos) y sus repeticiones respectivas, cuyos valores ordenados se exponen en siguiente cuadro.

**Cuadro 36: Número de basidiocarpos de *Pleurotus eryngii* en seis diferentes sustratos**

TRATAMIENTO	REPETICIONES					PROMEDIO	TOTAL
	1	2	3	4	5		
E - A	8.00	7.00	9.00	7.00	7.00	7.60	38.00
E - P	7.00	6.00	6.00	7.00	6.00	6.40	32.00
E - M	7.00	7.00	8.00	7.00	7.00	7.20	36.00
E - MP	7.00	7.00	7.00	6.00	6.00	6.60	33.00
E - PA	7.00	7.00	7.00	7.00	9.00	7.40	37.00
E - AM	7.00	6.00	6.00	6.00	6.00	6.20	31.00
<b>TOTAL</b>	<b>43.00</b>	<b>40.00</b>	<b>43.00</b>	<b>40.00</b>	<b>41.00</b>	<b>6.90</b>	<b>207.00</b>

**Cuadro 37: Análisis de varianza del número de basidiocarpos de *Pleurotus eryngii* en seis diferentes sustratos**

F de V	GL	SC	CM	FC	Valor p	SIG
Bloques	4	1.533	0.3833	0.86	0.502	NS
Tratamiento	5	8.300	1.6600	3.74	0.015	*
Error	20	8.867	0.4433			
<b>Total</b>	<b>29</b>	<b>18.700</b>	<b>CV:</b>		<b>1.96</b>	

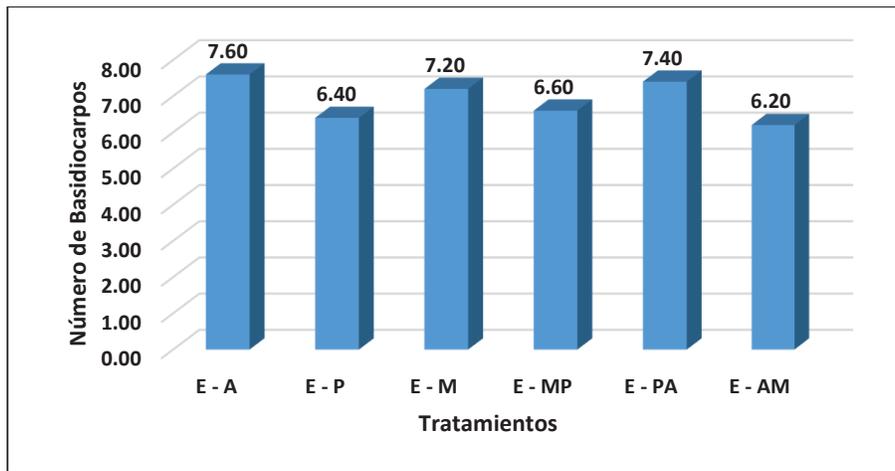
Como se puede observar en los resultados del análisis de varianza en el cuadro 37, el número de basidiocarpos de la especie *Pleurotus eryngii* propagada en diferentes sustratos, son significativamente diferentes. El coeficiente de varianza para este factor es de 1.96, el cual está ubicado dentro de los rangos permisibles para este tipo de trabajos en laboratorio.

Existiendo diferencias estadísticas significativas, entre los diferentes tratamientos empleados en el experimento, se procedió a realizar la prueba de comparación múltiple de Tukey, a un nivel de significancia de 0.05%, para determinar cuál de los tratamientos empleados en la propagación del hongo *Pleurotus eryngii* resulta más eficiente respecto al número de basidiocarpos producidos, cuyos resultados se exponen en el cuadro 38.

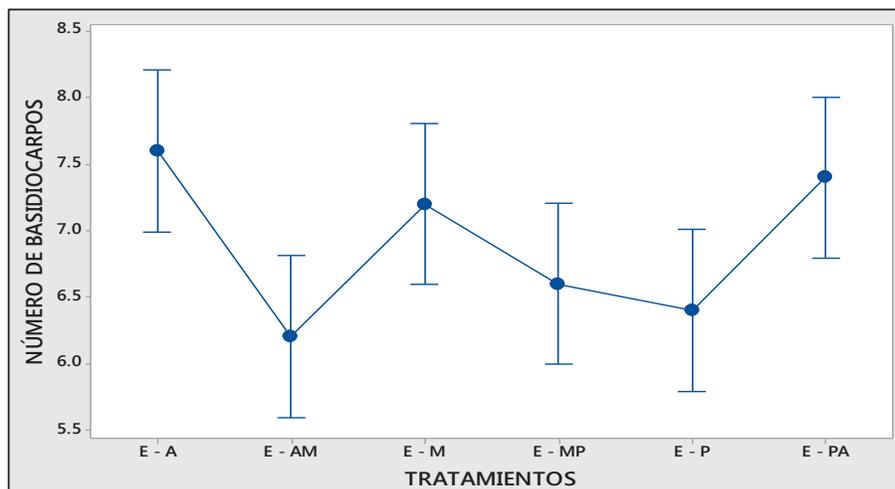
**Cuadro 38: Comparaciones Tukey del número de basidiocarpos de *Pleurotus eryngii* en seis diferentes sustratos**

Orden de Méritos	TRATAMIENTO	Código	Promedios	Significancia 5 %
I	Rastrojo de Avena	E - A	7.600	A
II	Rastrojo de Papa - Avena	E - PA	7.400	A
III	Rastrojo de Maíz	E - M	7.200	A
IV	Rastrojo de Maíz - Papa	E - MP	6.600	B
V	Rastrojo de Papa	E - P	6.400	B
VI	Rastrojo de Avena - Maíz	E - AM	6.200	B

**Grafico 18: Valores promedio del número de basidiocarpos de *Pleurotus eryngii* en seis diferentes sustratos**



**Grafico 19: Intervalos Tukey del número de basidiocarpos de *Pleurotus eryngii* en seis diferentes sustratos**



En la prueba de comparación Tukey, realizada al 95% de confiabilidad, indica que los tratamientos compuestos por *Pleurotus eryngii* en rastrojo de avena (E – A), rastrojo de papa – avena (E – PA) y en rastrojo de maíz (E - M), son estadísticamente iguales y superiores a los demás tratamientos y presentaron mayor número de basidiocarpos (7.60), (7.40) y (7.20), en promedio respectivamente. Los tratamientos que presentaron menor número de basidiocarpos fueron los compuestos por *Pleurotus eryngii* en rastrojo de maíz - papa (E - MP), rastrojo de papa (E – P) y rastrojo de avena - maíz (E – AM), con (6.60), (20.00) y (6.20) en promedio respectivamente, los cuales son estadísticamente iguales.

#### 6.2.1.4. Número de basidiocarpos en tres especies de *Pleurotus*

De acuerdo a las evaluaciones realizadas y las comparaciones Tukey del número de basidiocarpos de los tratamientos de *Pleurotus djamor*, *Pleurotus eryngii*, *Pleurotus ostreatus* en diferentes sustratos, se identifica que la especie *Pleurotus djamor* en los sustratos compuestos por rastrojo de maíz y papa (D – MP) y rastrojo de maíz – avena (D – MA), presentan mayor número de basidiocarpos en comparación a los demás tratamientos (31.80) y (31.20) respectivamente, y son estadísticamente iguales, seguidos por los tratamientos compuestos por *Pleurotus djamor*, en presencia de los sustratos compuestos por rastrojo de papa (D – P) y rastrojo de maíz (D – M), con (29.60) y (28.20) respectivamente y *Pleurotus ostreatus* en presencia del sustrato compuesto por rastrojo de papa (O – P), siendo así mismo estadísticamente iguales. Los tratamientos que presentaron menor número de basidiocarpos fueron aquellos compuestos por *Pleurotus eryngii* en sustrato de rastrojo de maíz - papa (E – MP), rastrojo de papa (E – P), y rastrojo de avena - maíz (E – AM), con (6.60), (6.40) y (6.20) basidiocarpos en promedio respectivamente, todos ellos estadísticamente iguales. Tal como se observa en el cuadro 39, existe mayor cantidad de producción de basidiocarpos en la especie *Pleurotus djamor*.

**Cuadro 39: Comparaciones Tukey del Número de basidiocarpos de tres especies de *Pleurotus* en diferentes sustratos**

Orden de Méritos	TRATAMIENTO	Código	Promedios	Significancia 5 %
I	<i>Pleurotus djamor</i> – Maíz – Papa	D - MP	31.800	A
II	<i>Pleurotus djamor</i> – Papa – Avena	D – PA	31.200	A
III	<i>Pleurotus djamor</i> – Papa	D – P	29.600	B
IV	<i>Pleurotus djamor</i> – Maíz	D – M	28.200	B
V	<i>Pleurotus ostreatus</i> – Papa	O – P	28.000	B
VI	<i>Pleurotus djamor</i> – Avena – Maíz	D - AM	24.600	C
VII	<i>Pleurotus ostreatus</i> –Papa-Avena	O - PA	20.600	D
VIII	<i>Pleurotus ostreatus</i> –Maíz – Papa	O - MP	20.200	D
IX	<i>Pleurotus djamor</i> – Avena	D – A	20.000	D
X	<i>Pleurotus ostreatus</i> – Maíz	O – M	19.000	D
XI	<i>Pleurotus ostreatus</i> –Avena–Maíz	O - AM	16.600	E
XII	<i>Pleurotus ostreatus</i> – Avena	O – A	15.800	E
XIII	<i>Pleurotus eryngii</i> – Avena	E – A	7.600	F
XIV	<i>Pleurotus eryngii</i> – Papa – Avena	E – PA	7.400	F
XV	<i>Pleurotus eryngii</i> – Maíz	E – M	7.200	F
XVI	<i>Pleurotus eryngii</i> – Maíz – Papa	E - MP	6.600	G
XVII	<i>Pleurotus eryngii</i> – Papa	E – P	6.400	G
XVIII	<i>Pleurotus eryngii</i> – Avena – Maíz	E - AM	6.200	G

## 6.2.2. Peso promedio por basidiocarpo

### 6.2.2.1. *Pleurotus ostreatus*

Para evaluar el peso promedio de basidiocarpos del hongo *Pleurotus ostreatus*, se registró el peso de basidiocarpos promedios de los seis sustratos (tratamientos) y sus repeticiones respectivas, cuyos valores ordenados se exponen en el cuadro 40.

**Cuadro 40: Peso promedio (gr) por basidiocarpos de *Pleurotus ostreatus* en seis diferentes sustratos**

TRATAMIENTO	REPETICIONES					PROMEDIO	TOTAL
	1	2	3	4	5		
O – A	21.11	20.94	23.13	22.29	22.88	22.07	110.34
O – P	22.37	20.72	21.50	19.90	19.89	20.88	104.39
O – M	23.79	23.00	21.85	23.33	21.85	22.76	113.82
O – MP	25.14	25.48	26.00	28.05	25.80	26.09	130.47
O – PA	23.05	20.00	21.75	20.43	22.71	21.59	107.95
O – AM	19.89	21.69	20.00	23.93	20.88	21.28	106.39
<b>TOTAL</b>	<b>135.36</b>	<b>131.83</b>	<b>134.23</b>	<b>137.93</b>	<b>134.01</b>	<b>22.45</b>	<b>673.36</b>

**Cuadro 41: Análisis de varianza del peso promedio por basidiocarpos de *Pleurotus ostreatus* en seis diferentes sustratos**

F de V	GL	SC	CM	FC	Valor p	SIG
Bloques	4	3.306	0.8264	0.52	0.723	NS
Tratamiento	5	90.561	18.1121	11.37	0.000	*
Error	20	31.850	1.5925			
<b>Total</b>	<b>29</b>	<b>125.717</b>	<b>CV:</b>		<b>5.62</b>	

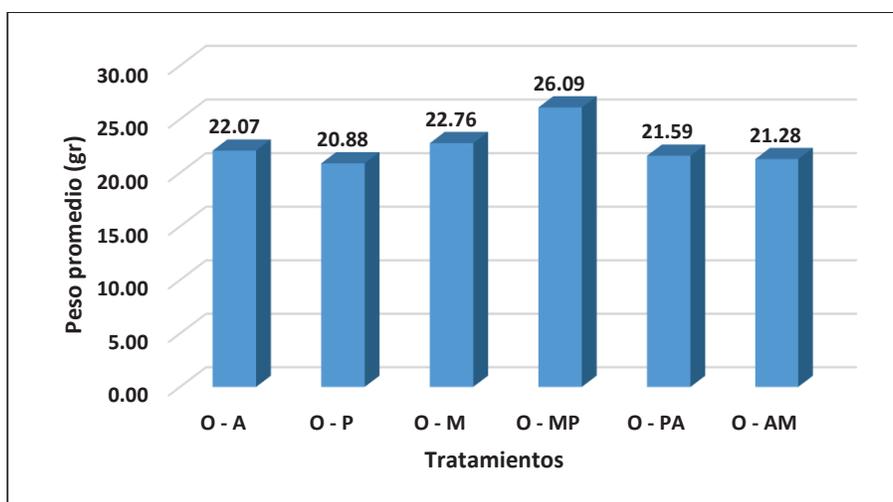
De acuerdo al análisis de varianza, los pesos promedios de basidiocarpos de *Pleurotus ostreatus* propagada en 6 sustratos, son significativamente diferentes. El coeficiente de varianza para este factor es de 5.62, el cual está ubicado dentro de los rangos permisibles para este tipo de trabajos en laboratorio.

Existiendo diferencias estadísticas significativas, entre los diferentes tratamientos empleados en el experimento, se procedió a realizar la prueba de comparación múltiple de Tukey, a un nivel de significancia de 0.05%, para determinar cuál de los tratamientos empleados en la propagación del hongo *Pleurotus ostreatus* resulta más eficiente respecto al peso promedio de basidiocarpos producidos, cuyos resultados se exponen en el cuadro 42.

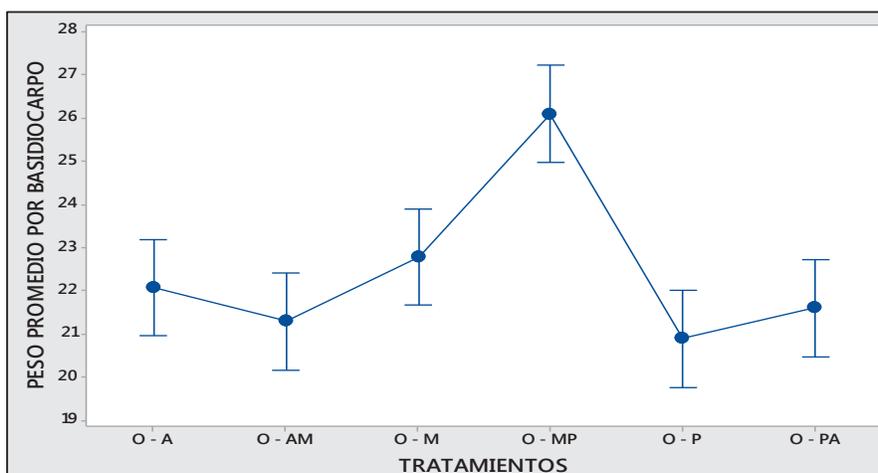
**Cuadro 42: Comparaciones Tukey del peso promedio por basidiocarpos de *Pleurotus ostreatus* en seis diferentes sustratos**

Orden de Méritos	TRATAMIENTO	Código	Promedios	Significancia 5 %
I	Rastrojo de Maíz – Papa	O – MP	26.094	A
II	Rastrojo de Maíz	O – M	22.765	B
III	Rastrojo de Avena	O – A	22.069	B
IV	Rastrojo de Papa – Avena	O – PA	21.589	B
V	Rastrojo de Avena – Maíz	O – AM	21.278	B
VI	Rastrojo de Papa	O – P	20.877	B

**Gráfico 20: Valores del peso promedio por basidiocarpos de *Pleurotus ostreatus* en seis diferentes sustratos**



**Gráfico 21: Intervalos Tukey del peso promedio por basidiocarpos de *Pleurotus ostreatus* en seis diferentes sustratos**



El tratamiento compuesto por *Pleurotus ostreatus* en rastrojo de maíz - papa (O – MP), presentó mayor peso en comparación a los demás (26.094 gr)

en promedio respectivamente, y es estadísticamente diferente a los demás tratamientos; los tratamientos que presentaron menor peso en promedio fueron aquellos compuestos por *Pleurotus ostreatus* en rastrojo de maíz (O – M), rastrojo de avena (O - A), rastrojo de papa - avena (O – PA), rastrojo de avena – maíz (O – AM) y rastrojo de papa (O – P), con (22.765 gr), (22.069 gr), (21.589 gr), (21.278 gr) y (20.877 gr) respectivamente.

### 6.2.2.2. *Pleurotus djamor*

Para evaluar el peso promedio de basidiocarpos del hongo *Pleurotus djamor*, se registró el peso de basidiocarpos promedios de los seis sustratos (tratamientos) y sus repeticiones respectivas, cuyos valores ordenados se exponen en el cuadro 43.

**Cuadro 43: Peso promedio (gr) por basidiocarpos de *Pleurotus djamor* en seis diferentes sustratos**

TRATAMIENTO	REPETICIONES					PROMEDIO	TOTAL
	1	2	3	4	5		
D – A	13.52	13.58	13.95	13.67	14.32	13.81	69.04
D – P	12.90	12.37	12.83	11.07	12.13	12.26	61.29
D – M	11.10	11.39	11.48	11.96	10.79	11.35	56.73
D – MP	11.70	11.94	11.67	12.45	12.80	12.11	60.55
D – PA	13.45	12.80	12.18	12.81	12.66	12.78	63.90
D – AM	12.17	12.88	13.54	13.32	12.46	12.87	64.37
<b>TOTAL</b>	<b>74.84</b>	<b>74.96</b>	<b>75.65</b>	<b>75.29</b>	<b>75.15</b>	<b>12.53</b>	<b>375.88</b>

**Cuadro 44: Análisis de varianza del peso promedio por basidiocarpos de *Pleurotus djamor* en seis diferentes sustratos**

F de V	GL	SC	CM	FC	Valor p	SIG
Bloques	4	0.0664	0.01661	0.05	0.995	NS
Tratamiento	5	17.3140	3.46281	10.76	0.000	*
Error	20	6.4339	0.32170			
<b>Total</b>	<b>29</b>	<b>23.8144</b>		<b>CV:</b>		<b>4.53</b>

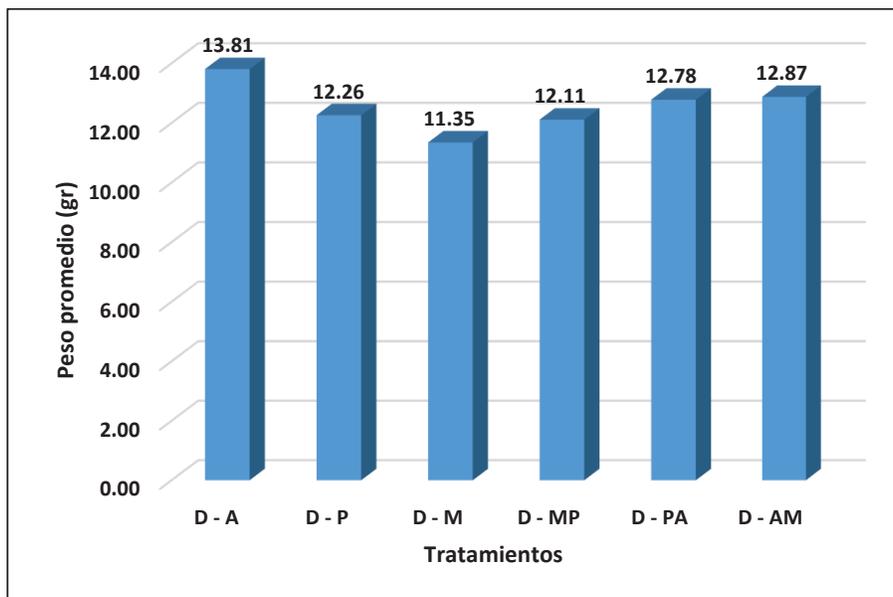
Como se puede observar en los resultados del análisis de varianza en el cuadro 44, el peso promedio de basidiocarpos de la especie *Pleurotus djamor* propagada en diferentes sustratos, son significativamente diferentes. El coeficiente de varianza para este factor es de 4.53, el cual está ubicado dentro de los rangos permisibles para este tipo de trabajos en laboratorio.

Existiendo diferencias estadísticas significativas, entre los diferentes tratamientos empleados en el experimento, se procedió a realizar la prueba de comparación múltiple de Tukey, a un nivel de significancia de 0.05%, para determinar cuál de los tratamientos empleados en la propagación del hongo *Pleurotus djamor* resulta más eficiente respecto al peso promedio de basidiocarpos producidos, cuyos resultados se exponen en el cuadro 45.

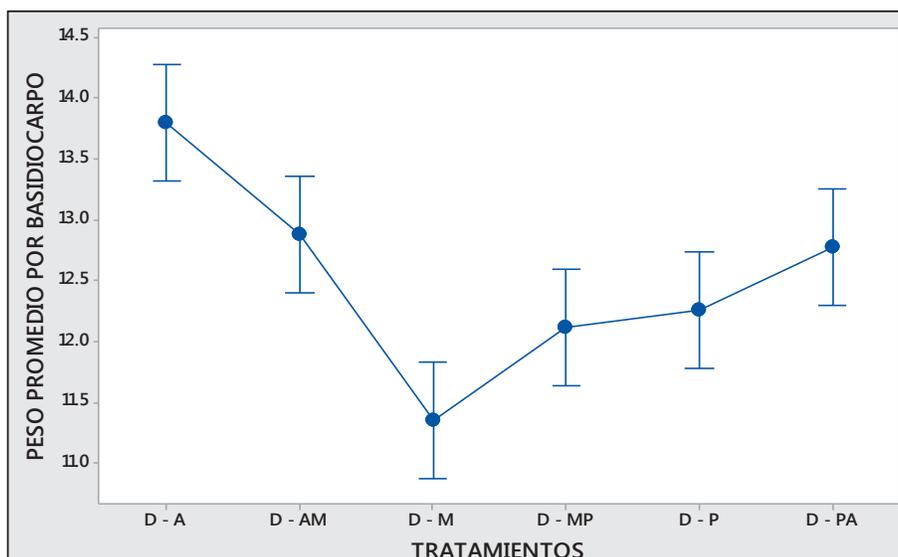
**Cuadro 45: Comparaciones Tukey del peso promedio por basidiocarpos de *Pleurotus djamor* en seis diferentes sustratos**

Orden de Méritos	TRATAMIENTO	Código	Promedios	Significancia 5 %
I	Rastrojo de Avena	D – A	13.807	A
II	Rastrojo de Avena – Maíz	D – AM	12.874	B
III	Rastrojo de Papa – Avena	D – PA	12.780	B
IV	Rastrojo de Papa	D – P	12.259	B
V	Rastrojo de Maíz – Papa	D – MP	12.111	B
VI	Rastrojo de Maíz	D – M	11.346	C

**Gráfico 22: Valores del peso promedio por basidiocarpos de *Pleurotus djamor* en seis diferentes sustratos**



**Grafico 23: Intervalos Tukey del peso promedio por basidiocarpos de *Pleurotus djamor* en seis diferentes sustratos**



En la prueba de comparación Tukey sobre el peso promedio de *Pleurotus djamor*, realizada al 95% de confiabilidad, indica que el tratamiento compuesto por *Pleurotus djamor* en rastrojo de avena (D – A), presenta mayor peso en comparación a los demás (13.807 gr), y es estadísticamente diferente a los demás tratamientos; seguido por los tratamientos compuestos por *Pleurotus djamor* en rastrojo de avena – maíz (D – AM), rastrojo de papa - avena (D - PA), rastrojo de papa (D – P) y rastrojo de maíz - papa (D – MP), con (12.874 gr), (12.780 gr), (12.259 gr) y (12.111 gr) del peso en promedio de basidiocarpos respectivamente, siendo estadísticamente iguales. El tratamiento que presentó menor peso promedio fue el compuesto por *Pleurotus djamor* en rastrojo de maíz (D - M), con (11.346 gr) en promedio respectivamente, siendo estadísticamente diferente a los demás.

### 6.2.2.3. *Pleurotus eryngii*

Para evaluar el peso promedio de basidiocarpos del hongo *Pleurotus eryngii*, se registró el peso de basidiocarpos promedios de los seis sustratos (tratamientos) y sus repeticiones respectivas, cuyos valores se exponen en el cuadro 46.

**Cuadro 46: Peso promedio (gr) por basidiocarpos de *Pleurotus eryngii* en seis diferentes sustratos**

TRATAMIENTO	REPETICIONES					PROMEDIO	TOTAL
	1	2	3	4	5		
E – A	23.13	25.00	20.44	25.14	26.00	23.94	119.71
E – P	18.71	22.17	23.17	19.00	23.00	21.21	106.05
E – M	24.71	24.29	21.50	24.43	25.00	23.99	119.93
E – MP	21.00	22.14	22.57	24.83	24.83	23.08	115.38
E – PA	26.14	25.86	26.57	25.86	20.56	25.00	124.98
E – AM	25.00	29.33	29.83	30.00	29.00	28.63	143.17
<b>TOTAL</b>	<b>138.70</b>	<b>148.79</b>	<b>144.09</b>	<b>149.26</b>	<b>148.39</b>	<b>24.31</b>	<b>729.22</b>

**Cuadro 47: Análisis de varianza del peso promedio por basidiocarpos de *Pleurotus eryngii* en seis diferentes sustratos**

F de V	GL	SC	CM	FC	Valor p	SIG
Bloques	4	13.50	3.374	0.78	0.554	NS
Tratamiento	5	152.69	30.538	7.02	0.001	*
Error	20	87.03	4.351			
<b>Total</b>	<b>29</b>	<b>253.22</b>	<b>CV:</b>		<b>8.58</b>	

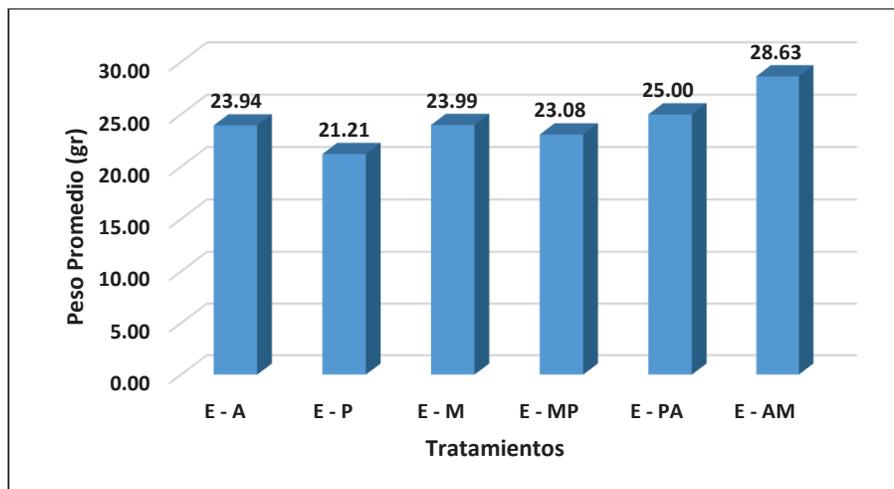
Como se puede observar en los resultados del análisis de varianza en el cuadro 47, el peso promedio de basidiocarpos de la especie *Pleurotus eryngii* propagada en diferentes sustratos, son significativamente diferentes. El coeficiente de varianza para este factor es de 8.58, el cual está ubicado dentro de los rangos permisibles para este tipo de trabajos en laboratorio.

Existiendo diferencias estadísticas significativas, entre los diferentes tratamientos empleados en el experimento, se procedió a realizar la prueba de comparación múltiple de Tukey, a un nivel de significancia de 0.05%, para determinar cuál de los tratamientos empleados en la propagación del hongo *Pleurotus eryngii* resulta más eficiente respecto al peso promedio de basidiocarpos producidos, cuyos resultados se exponen en el cuadro 48.

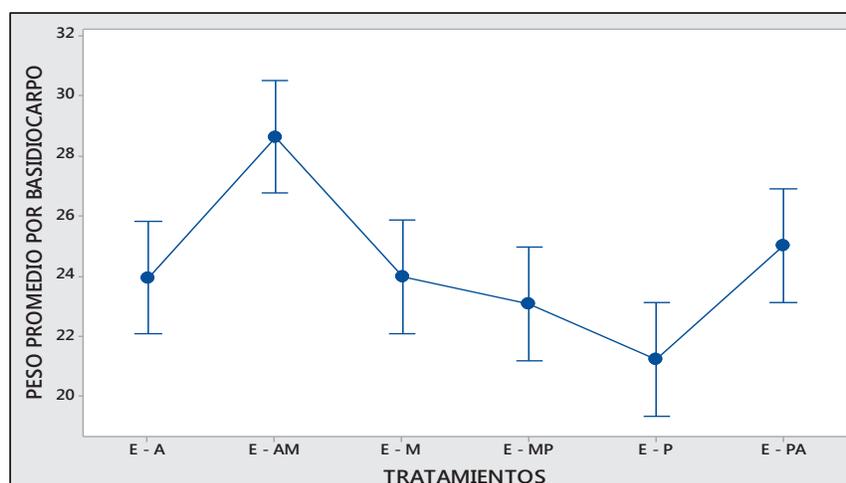
**Cuadro 48: Comparaciones Tukey del peso promedio por basidiocarpos de *Pleurotus eryngii* en seis diferentes sustratos**

Orden de Méritos	TRATAMIENTO	Código	Promedios	Significancia 5 %
I	Rastrojo de Avena – Maíz	E – AM	28.633	A
II	Rastrojo de Papa – Avena	E – PA	25.00	A
III	Rastrojo de Maíz	E – M	23.986	B
IV	Rastrojo de Avena	E – A	23.942	B
V	Rastrojo de Maíz – Papa	E – MP	23.076	B
VI	Rastrojo de Papa	E – P	21.210	B

**Grafico 24: Valores del peso promedio por basidiocarpos de *Pleurotus eryngii* en seis diferentes sustratos**



**Grafico 25: Comparaciones Tukey del peso promedio por basidiocarpos de *Pleurotus eryngii* en seis diferentes sustratos**



En la prueba de comparación Tukey sobre el peso promedio de *Pleurotus eryngii*, realizada al 95% de confiabilidad, indica que los tratamientos compuestos por *Pleurotus eryngii* en rastrojo de avena - maíz (E – AM), y rastrojo de papa – avena (E – PA), presentaron mayor peso en comparación a los demás (28.633 gr) y (25.00 gr), y son estadísticamente iguales entre sí y diferentes a los demás tratamientos; los tratamientos que presentaron menor peso en promedio fueron aquellos compuestos por *Pleurotus eryngii* en rastrojo de maíz (E – M), rastrojo de avena (E - A), rastrojo de maíz - papa (E – MP) y rastrojo de papa (E – P), con (23.986 gr), (23.942 gr), (23.076 gr) y (21.210 gr) del peso en promedio respectivamente, siendo estadísticamente iguales.

#### 6.2.2.4. Peso promedio de basidiocarpos en tres especies de *Pleurotus*

De acuerdo a las evaluaciones realizadas y las comparaciones Tukey del peso promedio de basidiocarpos de los tratamientos de *Pleurotus djamor*, *Pleurotus eryngii*, *Pleurotus ostreatus* en diferentes sustratos, se identifica que la especie *Pleurotus eryngii* en el sustrato rastrojo de avena - maíz (E – AM), presentan mayor peso de basidiocarpos en comparación a los demás tratamientos (28.633 gr), estadísticamente diferente a los demás tratamientos, seguido por los tratamientos compuestos por *Pleurotus ostreatus*, en presencia del sustrato compuesto por rastrojo de maíz y papa (O – MP) y *Pleurotus eryngii* en rastrojo de papa - avena (E – PA), con (26.094 gr) y (25.00 gr) respectivamente, y son estadísticamente iguales. Los tratamientos que presentaron menor peso promedio de basidiocarpos fueron aquellos compuestos por *Pleurotus djamor* con rastrojo de avena (D – A), rastrojo de avena – maíz (D – AM), rastrojo de papa – avena (D – PA), rastrojo de papa (D – P), rastrojo de maíz – papa (D – MP) y rastrojo de maíz (D – M), con (13.807 gr), (12.874 gr), (12.780 gr), (12.259 gr), (12.111 gr) y (11.346 gr) respectivamente, estadísticamente iguales.

**Cuadro 49: Comparaciones Tukey del peso promedio de tres especies de *Pleurotus* en diferentes sustratos**

Orden de Méritos	TRATAMIENTO	Código	Promedios	Significancia 5 %
I	<i>Pleurotus eryngii</i> – Avena – Maíz	E - AM	28.633	A
II	<i>Pleurotus ostreatus</i> – Maíz – Papa	O - MP	26.094	B
III	<i>Pleurotus eryngii</i> – Papa – Avena	E – PA	25.00	B
IV	<i>Pleurotus eryngii</i> – Maíz	E – M	23.986	C
V	<i>Pleurotus eryngii</i> – Avena	E – A	23.942	C
VI	<i>Pleurotus eryngii</i> – Maíz – Papa	E - MP	23.076	C
VII	<i>Pleurotus ostreatus</i> – Maíz	O – M	22.765	C
VIII	<i>Pleurotus ostreatus</i> – Avena	O – A	22.069	D
IX	<i>Pleurotus ostreatus</i> – Papa – Avena	O - PA	21.589	D
X	<i>Pleurotus ostreatus</i> – Avena – Maíz	O - AM	21.278	D
XI	<i>Pleurotus eryngii</i> – Papa	E – P	21.210	D
XII	<i>Pleurotus ostreatus</i> – Papa	O – P	20.877	D
XIII	<i>Pleurotus djamor</i> – Avena	D – A	13.807	E
XIV	<i>Pleurotus djamor</i> – Avena – Maíz	D - AM	12.874	E
XV	<i>Pleurotus djamor</i> – Papa – Avena	D – PA	12.780	E
XVI	<i>Pleurotus djamor</i> – Papa	D – P	12.259	E
XVII	<i>Pleurotus djamor</i> – Maíz – Papa	D - MP	12.111	E
XVIII	<i>Pleurotus djamor</i> – Maíz	D – M	11.346	E

### 6.2.3. Diámetro de píleo

#### 6.2.3.1. *Pleurotus ostreatus*

Para evaluar el diámetro de píleo del hongo *Pleurotus ostreatus*, se registró los datos de los seis sustratos (tratamientos) y sus repeticiones respectivas, para esta evaluación solo se han tenido en consideración a los píleos que se evaluaron en el número de basidiocarpos promedio de cada unidad experimental, cuyos valores ordenados se exponen en el cuadro 50.

**Cuadro 50: Diámetro (cm) de píleo de *Pleurotus ostreatus* en seis diferentes sustratos**

TRATAMIENTO	REPETICIONES					PROMEDIO	TOTAL
	1	2	3	4	5		
O – A	88.78	96.19	96.27	97.50	96.63	95.07	475.36
O – P	102.67	98.55	96.69	103.83	106.18	101.58	507.92
O – M	89.95	91.72	90.45	89.78	90.65	90.51	452.55
O – MP	85.24	85.76	91.55	92.47	97.15	90.43	452.17
O – PA	93.00	99.91	90.80	99.29	89.57	94.51	472.57
O – AM	87.67	86.19	83.00	99.53	89.00	89.08	445.39
<b>TOTAL</b>	<b>547.30</b>	<b>558.32</b>	<b>548.76</b>	<b>582.40</b>	<b>569.18</b>	<b>93.53</b>	<b>2805.95</b>

**Cuadro 51: Análisis de varianza del diámetro de píleo de *Pleurotus ostreatus* en seis diferentes sustratos**

F de V	GL	SC	CM	FC	Valor p	SIG
Bloques	4	144.9	36.23	2.29	0.096	NS
Tratamiento	5	533.7	106.75	6.74	0.001	*
Error	20	316.8	15.84			
<b>Total</b>	<b>29</b>	<b>995.5</b>	<b>CV:</b>		<b>4.26</b>	

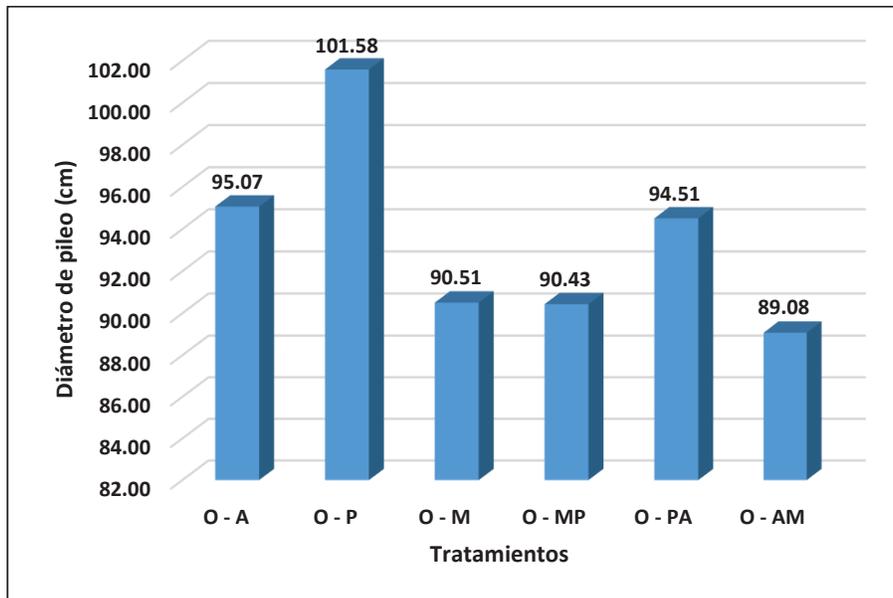
Como se puede observar en los resultados del análisis de varianza en el cuadro 51, el diámetro de píleo de la especie *Pleurotus ostreatus* propagada en diferentes sustratos, son significativamente diferentes. El coeficiente de varianza para este factor es de 4.26, el cual está ubicado dentro de los rangos permisibles para este tipo de trabajos en laboratorio.

Existiendo diferencias estadísticas significativas, entre los diferentes tratamientos empleados en el experimento, se procedió a realizar la prueba de comparación múltiple de Tukey, a un nivel de significancia de 0.05%, para determinar cuál de los tratamientos empleados resulta más eficiente respecto al diámetro de píleo, cuyos resultados se exponen en el cuadro 52.

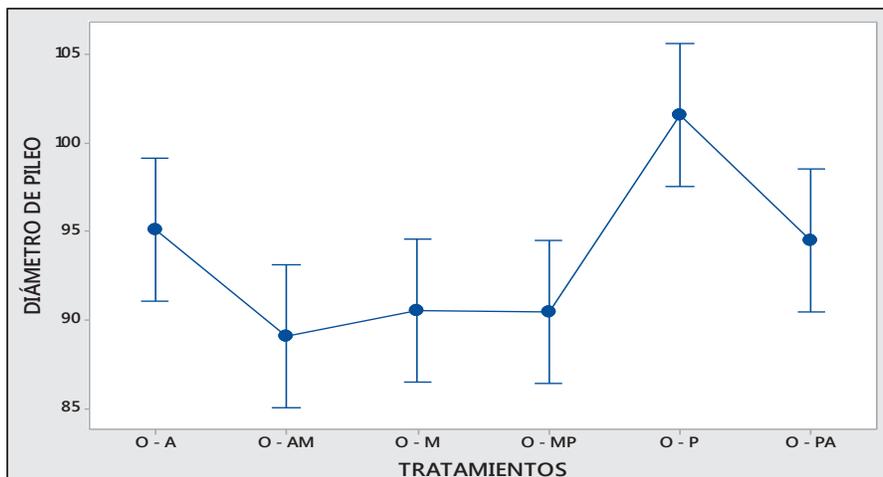
**Cuadro 52: Comparaciones Tukey del diámetro de pïleo de *Pleurotus ostreatus* en seis diferentes sustratos**

Orden de Méritos	TRATAMIENTO	Código	Promedios	Significancia 5 %
I	Rastrojo de Papa	O – P	101.58	A
II	Rastrojo de Avena	O – A	95.07	B
III	Rastrojo de Papa – Avena	O – PA	94.51	B
IV	Rastrojo de Maíz	O – M	90.509	B
V	Rastrojo de Maíz – Papa	O – MP	90.43	B
VI	Rastrojo de Avena – Maíz	O – AM	89.08	B

**Grafico 26: Valores promedio del diámetro de pïleo de *Pleurotus ostreatus* en seis diferentes sustratos**



**Grafico 27: Intervalos Tukey del diámetro de pïleo de *Pleurotus ostreatus* en seis diferentes sustratos**



El tratamiento compuesto por *Pleurotus ostreatus* en rastrojo de papa (O – P), presentó mayor diámetro de píleo en comparación a los demás (101.58 cm) en promedio, y es estadísticamente diferente a los demás tratamientos; los tratamientos que presentaron menor diámetro de píleo fueron aquellos compuestos por *Pleurotus ostreatus* en rastrojo de avena (O – A), rastrojo de papa - avena (O - PA), rastrojo de maíz (O – M), rastrojo de maíz – papa (O – MP) y rastrojo de avena - maíz (O – AM), con (95.07 cm), (94.51 cm), (90.509 cm), (90.43 cm) y (89.08 cm) del diámetro de píleo respectivamente.

### 6.2.3.2. *Pleurotus djamor*

Para evaluar el diámetro de píleo del hongo *Pleurotus djamor*, se registró los datos de los seis sustratos (tratamientos) y sus repeticiones respectivas, para esta evaluación solo se han tenido en consideración a los píleos que se evaluaron en el número de basidiocarpos promedio de cada unidad experimental, cuyos valores ordenados se exponen en el cuadro 53.

**Cuadro 53: Diámetro (cm) de píleo de *Pleurotus djamor* en seis diferentes sustratos**

TRATAMIENTO	REPETICIONES					PROMEDIO	TOTAL
	1	2	3	4	5		
D - A	90.67	90.68	90.15	92.24	89.21	90.59	452.95
D - P	85.60	88.47	89.76	86.07	88.03	87.59	437.93
D - M	94.57	94.75	88.19	90.96	89.48	91.59	457.95
D - MP	83.24	82.25	85.09	80.42	82.20	82.64	413.20
D - PA	89.59	93.17	96.82	94.88	96.13	94.11	470.57
D - AM	80.08	87.08	89.46	89.36	79.25	85.05	425.23
<b>TOTAL</b>	<b>523.75</b>	<b>536.39</b>	<b>539.46</b>	<b>533.93</b>	<b>524.30</b>	<b>88.59</b>	<b>2657.83</b>

**Cuadro 54: Análisis de varianza del diámetro de píleo de *Pleurotus djamor* en seis diferentes sustratos**

F de V	GL	SC	CM	FC	Valor p	SIG
Bloques	4	34.20	8.549	1.05	0.408	NS
Tratamiento	5	462.40	92.480	11.33	0.000	*
Error	20	163.24	8.162			
<b>Total</b>	<b>29</b>	<b>659.84</b>	<b>CV:</b>		<b>3.22</b>	

Como se puede observar en los resultados del análisis de varianza en el cuadro 54, el diámetro de píleo de la especie *Pleurotus djamor* propagada en diferentes sustratos, son significativamente diferentes. El coeficiente de varianza

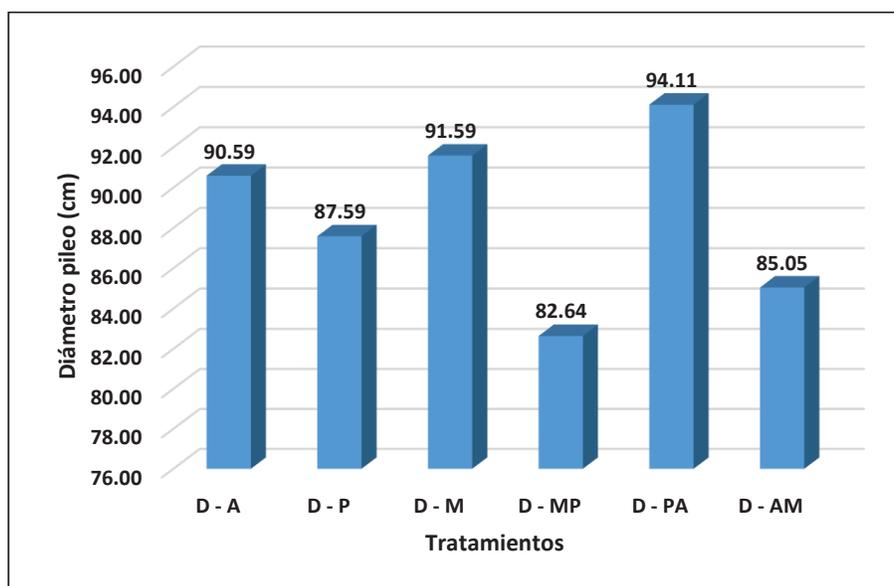
para este factor es de 3.22, el cual está ubicado dentro de los rangos permisibles para este tipo de trabajos en laboratorio.

Existiendo diferencias estadísticas significativas, entre los diferentes tratamientos empleados en el experimento, se procedió a realizar la prueba de comparación múltiple de Tukey, a un nivel de significancia de 0.05%, para determinar cuál de los tratamientos empleados en la propagación del hongo *Pleurotus djamor* resulta más eficiente respecto al diámetro de píleo, cuyos resultados se exponen en el cuadro 55.

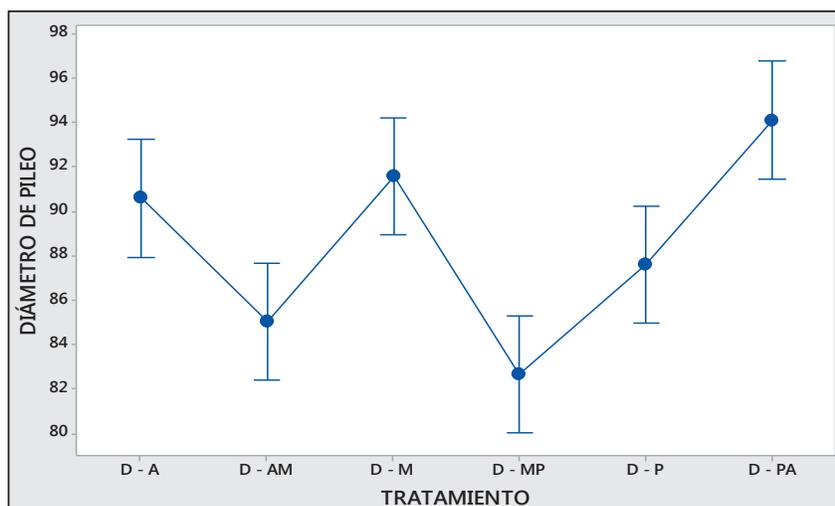
**Cuadro 55: Comparaciones Tukey del diámetro de píleo de *Pleurotus djamor* en seis diferentes sustratos**

Orden de Méritos	TRATAMIENTO	Código	Promedios	Significancia 5 %
I	Rastrojo de Papa – Avena	D – PA	94.11	A
II	Rastrojo de Maíz	D – M	91.59	B
III	Rastrojo de Avena	D – A	90.590	B
IV	Rastrojo de Papa	D – P	87.586	C
V	Rastrojo de Avena – Maíz	D – AM	85.05	C
VI	Rastrojo de Maíz – Papa	D – MP	82.641	D

**Grafico 28: Valores promedio del diámetro de píleo de *Pleurotus djamor* en seis diferentes sustratos**



**Grafico 29: Intervalos Tukey del diámetro de pileo de *Pleurotus djamor* en seis diferentes sustratos**



En la prueba de comparación Tukey sobre el diámetro de pileo de *Pleurotus djamor*, realizada al 95% de confiabilidad, indica que el tratamiento compuesto por *Pleurotus djamor* en rastrojo de papa - avena (D – PA), presenta mayor diámetro de pileo en comparación a los demás (94.11 cm), y es estadísticamente diferente a los demás tratamientos; seguido por los tratamientos compuestos por *Pleurotus djamor* en rastrojo de maíz (D – M), rastrojo de avena (D - A), con (91.59 cm) y (90.590 cm) respectivamente estadísticamente iguales, *Pleurotus djamor* en rastrojo de papa (D – P) y rastrojo de avena - maíz (D – AM), con (87.586 cm) y (85.05 cm) del diámetro de pileo en promedio respectivamente, siendo estadísticamente iguales. El tratamiento que presentó menor diámetro de pileo fue el compuesto por *Pleurotus djamor* en rastrojo de maíz - papa (D - MP), con (82.641 cm) estadísticamente diferente.

### 6.2.3.3. *Pleurotus eryngii*

Para evaluar el diámetro de pileo del hongo *Pleurotus eryngii*, se registró los datos de los seis sustratos (tratamientos) y sus repeticiones respectivas, para esta evaluación solo se han tenido en consideración a los pileos que se evaluaron en el número de basidiocarpos promedio de cada unidad experimental, cuyos valores ordenados se exponen en el cuadro 56.

**Cuadro 56: Diámetro (cm) de pileo de *Pleurotus eryngii* en seis diferentes sustratos**

TRATAMIENTO	REPETICIONES					PROMEDIO	TOTAL
	1	2	3	4	5		
E - A	63.25	64.43	65.00	66.43	62.71	64.36	321.82
E - P	112.43	120.33	117.33	108.43	117.50	115.20	576.02
E - M	66.86	76.57	63.75	88.57	68.29	72.81	364.04
E - MP	109.43	122.43	100.00	113.17	128.00	114.60	573.02
E - PA	82.29	75.14	65.14	74.00	60.44	71.40	357.02
E - AM	113.57	107.33	93.33	106.33	115.33	107.18	535.90
<b>TOTAL</b>	<b>547.82</b>	<b>566.24</b>	<b>504.56</b>	<b>556.93</b>	<b>552.28</b>	<b>90.93</b>	<b>2727.83</b>

**Cuadro 57: Análisis de varianza del diámetro de pileo de *Pleurotus eryngii* en seis diferentes sustratos**

F de V	GL	SC	CM	FC	Valor p	SIG
Bloques	4	381.4	95.34	1.59	0.216	NS
Tratamiento	5	14146.6	2829.32	47.21	0.000	*
Error	20	1198.6	59.93			
<b>Total</b>	<b>29</b>	<b>15726.6</b>	<b>CV:</b>		<b>8.51</b>	

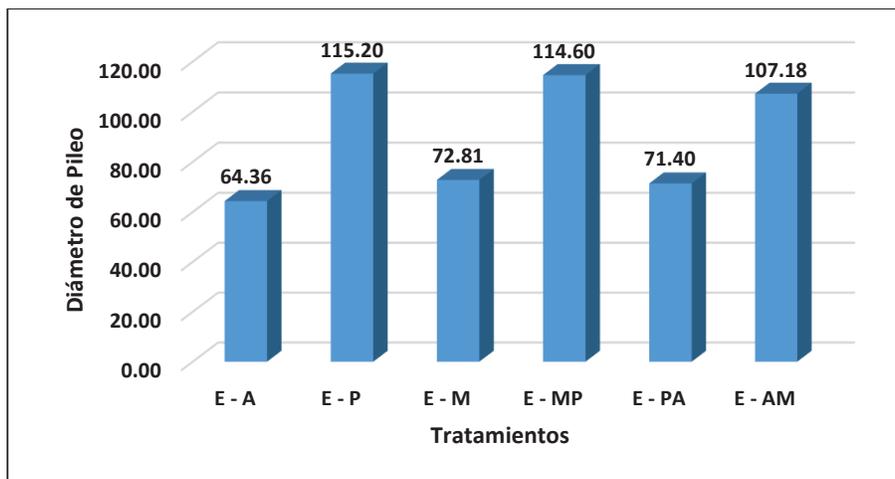
Como se puede observar en los resultados del análisis de varianza en el cuadro 57, el diámetro de pileo de la especie *Pleurotus eryngii* propagada en diferentes sustratos, son significativamente diferentes. El coeficiente de varianza para este factor es de 8.51, el cual está ubicado dentro de los rangos permisibles para este tipo de trabajos en laboratorio.

Existiendo diferencias estadísticas significativas, entre los diferentes tratamientos empleados en el experimento, se procedió a realizar la prueba de comparación múltiple de Tukey, a un nivel de significancia de 0.05%, para determinar cuál de los tratamientos empleados en la propagación del hongo *Pleurotus eryngii* resulta más eficiente respecto al diámetro de pileo, cuyos resultados se exponen en el cuadro 58.

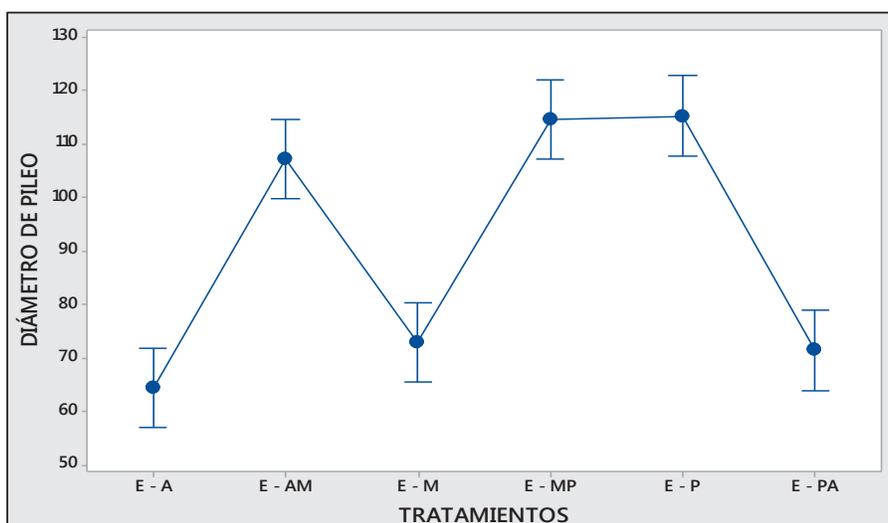
**Cuadro 58: Comparaciones Tukey del diámetro de pileo de *Pleurotus eryngii* en seis diferentes sustratos**

Orden de Méritos	TRATAMIENTO	Código	Promedios	Significancia 5 %
I	Rastrojo de Papa	E - P	115.20	A
II	Rastrojo de Maíz - Papa	E - MP	114.60	A
III	Rastrojo de Avena - Maíz	E - AM	107.18	A
IV	Rastrojo de Maíz	E - M	72.81	B
V	Rastrojo de Papa - Avena	E - PA	71.40	B
VI	Rastrojo de Avena	E - A	64.364	B

**Grafico 30: Valores promedio del diámetro de pileo de *Pleurotus eryngii* en seis diferentes sustratos**



**Grafico 31: Intervalos Tukey del diámetro de pileo de *Pleurotus eryngii* en seis diferentes sustratos**



En la prueba de comparación Tukey sobre el diámetro de pileo de *Pleurotus eryngii*, realizada al 95% de confiabilidad, indica que los tratamientos compuestos por *Pleurotus eryngii* en rastrojo de papa (E – P), rastrojo de maíz – papa (E – MP) y rastrojo de avena – maíz (E – AM), presentaron mayor diámetro de pileo en comparación a los demás (115.20 cm), (114.60 cm) y (107.180 cm), y son estadísticamente iguales entre sí y diferentes a los demás tratamientos; los tratamientos que presentaron menor diámetro de pileo fueron aquellos compuestos por *Pleurotus eryngii* en rastrojo de maíz (E – M), rastrojo de papa - avena (E - PA), y rastrojo de avena (E – A), con (72.81 cm), (71.40 cm) y (64.364 cm) del diámetro de pileo en promedio, estadísticamente iguales.

#### 6.2.3.4. Diámetro de píleo en tres especies de *Pleurotus*

De acuerdo a las evaluaciones realizadas y las comparaciones Tukey del diámetro de píleo de basidiocarpos de los tratamientos de *Pleurotus djamor*, *Pleurotus eryngii*, *Pleurotus ostreatus* en diferentes sustratos, se identifica que la especie *Pleurotus eryngii* en el sustrato rastrojo de papa (E – P), y en el sustrato maíz – papa (E – MP) presentan mayor diámetro de píleo en los basidiocarpos analizados en comparación a los demás tratamientos (115.20 cm) y (114.60 cm), estadísticamente iguales, seguido por los tratamientos compuestos por *Pleurotus eryngii*, en presencia del sustrato compuesto por rastrojo de avena y maíz (E – AM) y *Pleurotus ostreatus* en rastrojo de papa (O – P), con (107.18 cm) y (101.58 cm) respectivamente, y son estadísticamente iguales. El tratamiento que presentó el menor diámetro de píleo de los basidiocarpos fue aquel compuesto por *Pleurotus eryngii* en rastrojo de avena (E – A), con un diámetro de píleo de (64.364 cm), estadísticamente diferente a los demás tratamientos. Tal como se observa en el cuadro 59, se identifica mayor predominancia de *Pleurotus eryngii* y *Pleurotus ostreatus* en diámetro de píleo.

**Cuadro 59: Comparaciones Tukey del diámetro (cm) de píleo de tres especies de *Pleurotus* en diferentes sustratos**

Orden de Méritos	TRATAMIENTO	Código	Promedios	Significancia 5 %
I	<i>Pleurotus eryngii</i> – Papa	E – P	115.20	A
II	<i>Pleurotus eryngii</i> – Maíz – Papa	E - MP	114.60	A
III	<i>Pleurotus eryngii</i> – Avena – Maíz	E - AM	107.18	B
IV	<i>Pleurotus ostreatus</i> – Papa	O – P	101.58	B
V	<i>Pleurotus ostreatus</i> – Avena	O – A	95.07	C
VI	<i>Pleurotus ostreatus</i> – Papa– Avena	O - PA	94.51	C
VII	<i>Pleurotus djamor</i> – Papa – Avena	D – PA	94.11	C
VIII	<i>Pleurotus djamor</i> – Maíz	D – M	91.59	D
IX	<i>Pleurotus djamor</i> – Avena	D – A	90.590	D
X	<i>Pleurotus ostreatus</i> – Maíz	O – M	90.509	D
XI	<i>Pleurotus ostreatus</i> – Maíz – Papa	O - MP	90.43	D
XII	<i>Pleurotus ostreatus</i> – Avena - Maíz	O - AM	89.08	D
XIII	<i>Pleurotus djamor</i> – Papa	D – P	87.586	D
XIV	<i>Pleurotus djamor</i> – Avena – Maíz	D - AM	85.05	E
XV	<i>Pleurotus djamor</i> – Maíz – Papa	D - MP	82.641	E
XVI	<i>Pleurotus eryngii</i> – Maíz	E – M	72.81	F
XVII	<i>Pleurotus eryngii</i> – Papa – Avena	E – PA	71.40	F
XVIII	<i>Pleurotus eryngii</i> – Avena	E – A	64.364	G

### 6.3. EFICIENCIA BIOLÓGICA Y TASA DE PRODUCTIVIDAD DE LAS DIFERENTES ESPECIES DE HONGOS

#### 6.3.1. Eficiencia Biológica

##### 6.3.1.1. *Pleurotus ostreatus*

Para evaluar la eficiencia biológica del hongo *Pleurotus ostreatus*, se obtuvieron los datos del peso mediante la fórmula; vale decir el peso de los basidiocarpos frescos sobre el peso de sustrato fresco por cien (%) aplicado en los seis sustratos (tratamientos) y sus repeticiones respectivas en las unidades experimentales, cuyos valores ordenados se exponen en el cuadro 60.

**Cuadro 60: Eficiencia biológica (%) de *Pleurotus ostreatus* en seis sustratos**

TRATAMIENTO	REPETICIONES					PROMEDIO	TOTAL
	1	2	3	4	5		
O – A	19.00	16.75	17.35	15.60	18.30	17.40	87.00
O – P	30.20	30.05	27.95	29.85	27.85	29.18	145.90
O – M	22.60	20.70	21.85	21.00	21.85	21.60	108.00
O – MP	26.40	26.75	26.00	26.65	25.80	26.32	131.60
O – PA	21.90	22.00	21.75	21.45	23.85	22.19	110.95
O – AM	17.90	17.35	17.00	17.95	17.75	17.59	87.95
<b>TOTAL</b>	<b>138.00</b>	<b>133.60</b>	<b>131.90</b>	<b>132.50</b>	<b>135.40</b>	<b>22.38</b>	<b>671.40</b>

**Cuadro 61: Análisis de varianza de la eficiencia biológica de *Pleurotus ostreatus* en seis diferentes sustratos**

F de V	GL	SC	CM	FC	Valor p	SIG
Bloques	4	4.065	1.016	1.29	0.307	NS
Tratamiento	5	550.763	110.153	139.96	0.000	*
Error	20	15.740	0.787			
<b>Total</b>	<b>29</b>	<b>570.568</b>	<b>CV:</b>		<b>3.96</b>	

Como se puede observar en los resultados del análisis de varianza en el cuadro 61, la eficiencia biológica de la especie *Pleurotus ostreatus* propagada en diferentes sustratos, son significativamente diferentes. El coeficiente de varianza para este factor es de 3.96, el cual está ubicado dentro de los rangos permisibles.

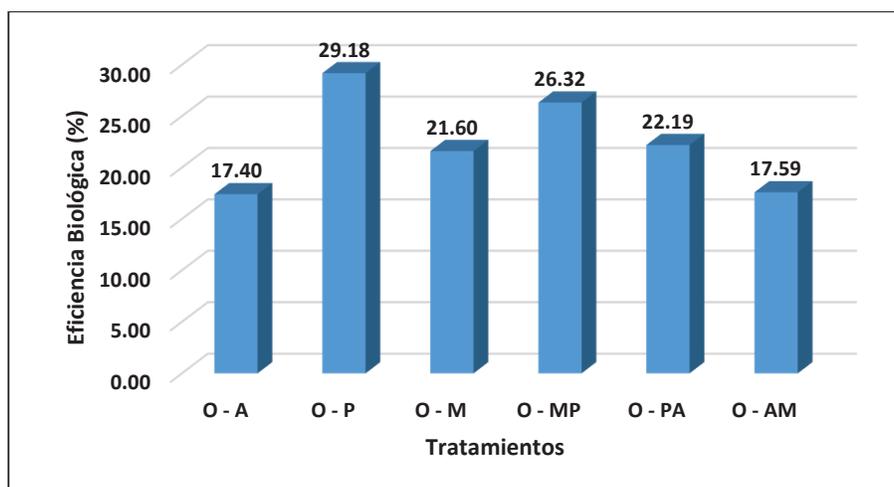
Existiendo diferencias estadísticas significativas, entre los diferentes tratamientos empleados en el experimento, se procedió a realizar la prueba de comparación múltiple de Tukey, a un nivel de significancia de 0.05%, para

determinar cuál de los tratamientos empleados en la propagación del hongo *Pleurotus ostreatus* presenta mayor eficiencia biológica.

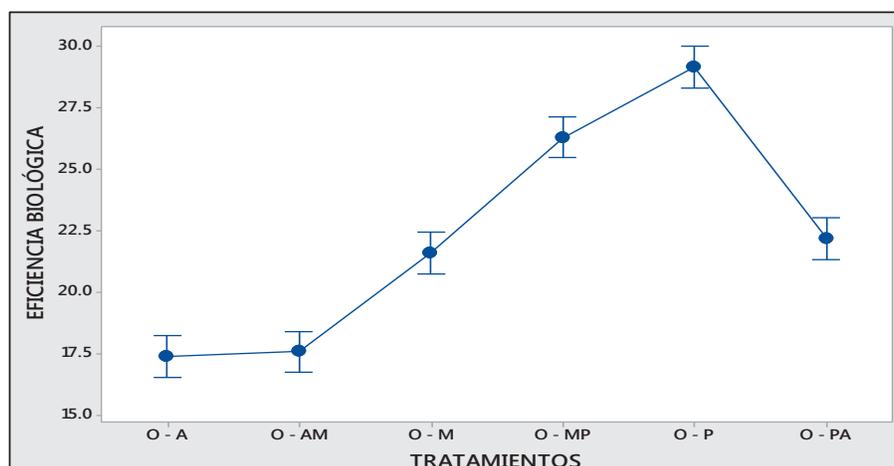
**Cuadro 62: Comparaciones Tukey de la eficiencia biológica de *Pleurotus ostreatus* en seis diferentes sustratos**

Orden de Méritos	TRATAMIENTO	Código	Promedios	Significancia 5 %
I	Rastrojo de Papa	O – P	29.180	A
II	Rastrojo de Maíz – Papa	O - MP	26.320	B
III	Rastrojo de Papa – Avena	O – PA	22.190	C
IV	Rastrojo de Maíz	O – M	21.600	C
V	Rastrojo de Avena – Maíz	O – AM	17.590	D
VI	Rastrojo de Avena	O – A	17.400	D

**Gráfico 32: Valores promedio de la eficiencia biológica de *Pleurotus ostreatus* en seis diferentes sustratos**



**Gráfico 33: Intervalos Tukey de la eficiencia biológica de *Pleurotus ostreatus* en seis diferentes sustratos**



En la prueba de comparación Tukey al 95% de confiabilidad, sobre la eficiencia biológica de *Pleurotus ostreatus*, indica que el tratamiento compuesto por rastrojo de papa (O – P), presenta mayor eficiencia biológica en comparación a los demás (29.18%), estadísticamente diferente a otros tratamientos, seguido por el tratamiento rastrojo de maíz - papa (O – MP) con una eficiencia biológica de (26.32%), sustrato de rastrojos de papa - avena (O – PA) y rastrojo de maíz (O – M), con una eficiencia biológica de (22.19%) y (21.60%), estadísticamente iguales; los sustratos que presentaron menor eficiencia biológica fueron rastrojo de avena – maíz (O – AM) y rastrojo de avena (O – A), estadísticamente iguales con una eficiencia biológica de (17.59%) y (17.40%) respectivamente.

### 6.3.1.2. *Pleurotus djamor*

Para evaluar la eficiencia biológica del hongo *Pleurotus djamor*, se obtuvieron los datos del peso mediante la fórmula; vale decir el peso de los basidiocarpos frescos sobre el peso de sustrato fresco por cien (%) aplicado en los seis sustratos (tratamientos) y sus repeticiones respectivas en las unidades experimentales, cuyos valores ordenados se exponen en el cuadro 63.

**Cuadro 63: Eficiencia biológica (%) de *Pleurotus djamor* en seis diferentes sustratos**

TRATAMIENTO	REPETICIONES					PROMEDIO	TOTAL
	1	2	3	4	5		
D - A	14.20	12.90	13.95	14.35	13.60	13.80	69.00
D - P	19.35	18.55	18.60	15.50	18.80	18.16	90.80
D - M	16.65	15.95	15.50	16.15	15.65	15.98	79.90
D - MP	19.30	19.10	19.25	19.30	19.20	19.23	96.15
D - PA	19.50	19.20	20.10	20.50	20.25	19.91	99.55
D - AM	14.60	16.75	16.25	16.65	14.95	15.84	79.20
<b>TOTAL</b>	<b>103.60</b>	<b>102.45</b>	<b>103.65</b>	<b>102.45</b>	<b>102.45</b>	<b>17.15</b>	<b>514.60</b>

**Cuadro 64: Análisis de varianza de la eficiencia biológica de *Pleurotus djamor* en seis diferentes sustratos**

F de V	GL	SC	CM	FC	Valor p	SIG
Bloques	4	0.276	0.0691	0.08	0.986	NS
Tratamiento	5	136.358	27.2715	33.45	0.000	*
Error	20	16.306	0.8153			
<b>Total</b>	<b>29</b>	<b>152.940</b>	<b>CV:</b>		<b>5.26</b>	

Como se puede observar en los resultados del análisis de varianza en el cuadro 64, la eficiencia biológica de la especie *Pleurotus djamor* propagada en

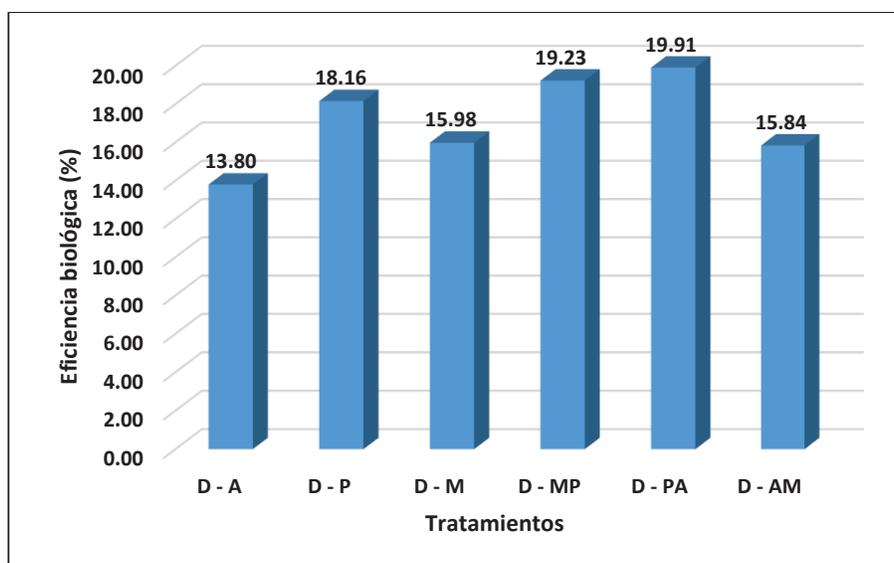
diferentes sustratos, son significativamente diferentes. El coeficiente de varianza para este factor es de 5.26, el cual está ubicado dentro de los rangos permisibles para este tipo de trabajos en laboratorio.

Existiendo diferencias estadísticas significativas, entre los diferentes tratamientos empleados en el experimento, se procedió a realizar la prueba de comparación múltiple de Tukey, a un nivel de significancia de 0.05%, para determinar cuál de los tratamientos empleados en la propagación del hongo *Pleurotus djamor* resulta más eficiente respecto a la eficiencia biológica, cuyos resultados se exponen en el cuadro 65.

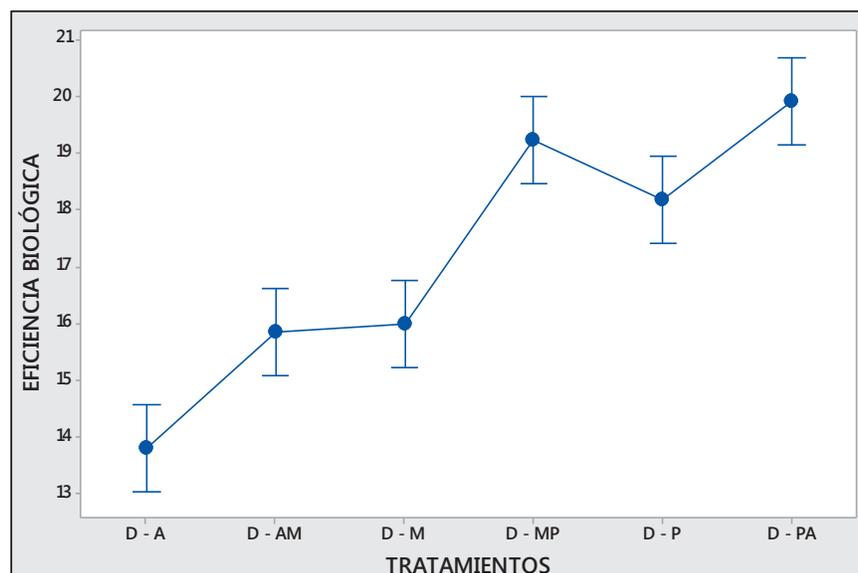
**Cuadro 65: Comparaciones Tukey de la eficiencia biológica de *Pleurotus djamor* en seis diferentes sustratos**

Orden de Méritos	TRATAMIENTO	Código	Promedios	Significancia 5 %
I	Rastrojo de Papa – Avena	D – PA	19.910	A
II	Rastrojo de Maíz – Papa	D – MP	19.230	A
III	Rastrojo de Papa	D – P	18.160	B
IV	Rastrojo de Maíz	D – M	15.980	C
V	Rastrojo de Avena – Maíz	D – AM	15.840	C
VI	Rastrojo de Avena	D – A	13.800	D

**Grafico 34: Valores promedio de la eficiencia biológica de *Pleurotus djamor* en seis diferentes sustratos**



**Grafico 35: Intervalos Tukey de la eficiencia biológica de *Pleurotus djamor* en seis diferentes sustratos**



En la prueba de comparación Tukey sobre la eficiencia biológica de *Pleurotus djamor*, indica que los tratamientos compuestos por rastrojo de papa - avena (D – PA), y rastrojo de maíz – papa (D – MP), presentan mayor eficiencia biológica en comparación a los demás (19.91%) y (19.23%), y son estadísticamente iguales; seguido por el tratamiento compuesto por rastrojo de papa (D – P), con (18.16%) estadísticamente diferente a los demás; rastrojo de maíz (D – M) y rastrojo de avena - maíz (D – AM), con (15.98%) y (15.84%) de eficiencia biológica. El tratamiento que presenta menor eficiencia biológica es aquel compuesto por rastrojo de avena (D – A), con (13.80%) de eficiencia.

### 6.3.1.3. *Pleurotus eryngii*

Para evaluar la eficiencia biológica del hongo *Pleurotus eryngii*, se obtuvieron los datos del peso mediante la fórmula; vale decir el peso de los basidiocarpos frescos sobre el peso de sustrato fresco por cien (%) aplicado en los seis sustratos (tratamientos) y sus repeticiones respectivas en las unidades experimentales, cuyos valores ordenados se exponen en el cuadro 66.

**Cuadro 66: Eficiencia biológica (%) de *Pleurotus eryngii* en seis sustratos**

TRATAMIENTO	REPETICIONES					PROMEDIO	TOTAL
	1	2	3	4	5		
E - A	18.50	17.50	18.40	17.60	18.20	18.04	90.20
E - P	13.10	13.30	13.90	13.30	13.80	13.48	67.40
E - M	17.30	17.00	17.20	17.10	17.50	17.22	86.10
E - MP	14.70	15.50	15.80	14.90	14.90	15.16	75.80
E - PA	18.30	18.10	18.60	18.10	18.50	18.32	91.60
E - AM	17.50	17.60	17.90	18.00	17.40	17.68	88.40
<b>TOTAL</b>	<b>99.40</b>	<b>99.00</b>	<b>101.80</b>	<b>99.00</b>	<b>100.30</b>	<b>16.65</b>	<b>499.50</b>

**Cuadro 67: Análisis de varianza de la eficiencia biológica de *Pleurotus eryngii* en seis diferentes sustratos**

F de V	GL	SC	CM	FC	Valor p	SIG
Bloques	4	0.9400	0.2350	2.48	0.077	NS
Tratamiento	5	91.8790	18.3758	193.84	0.000	*
Error	20	1.8960	0.0948			
<b>Total</b>	<b>29</b>	<b>94.7150</b>	<b>CV:</b>		<b>1.85</b>	

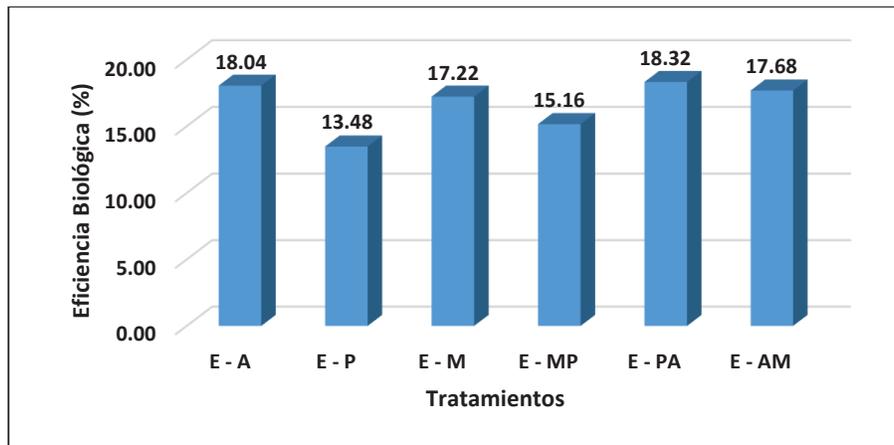
Como se puede observar en los resultados del análisis de varianza en el cuadro 67, la eficiencia biológica de la especie *Pleurotus eryngii* propagada en diferentes sustratos, son significativamente diferentes. El coeficiente de varianza para este factor es de 1.85, el cual está ubicado dentro de los rangos permisibles para este tipo de trabajos en laboratorio.

Existiendo diferencias estadísticas significativas, entre los diferentes tratamientos empleados en el experimento, se procedió a realizar la prueba de comparación múltiple de Tukey, a un nivel de significancia de 0.05%, para determinar cuál de los tratamientos empleados en la propagación del hongo *Pleurotus eryngii* resulta más eficiente respecto a la eficiencia biológica, cuyos resultados se exponen en el cuadro 68.

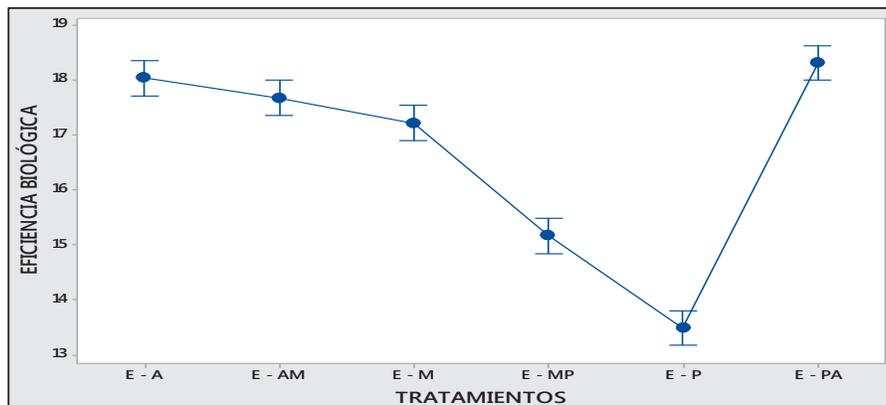
**Cuadro 68: Comparaciones Tukey de la eficiencia biológica de *Pleurotus eryngii* en seis diferentes sustratos**

Orden de Méritos	TRATAMIENTO	Código	Promedios	Significancia 5 %
I	Rastrojo de Papa – Avena	E – PA	18.320	A
II	Rastrojo de Avena	E – A	18.040	A
III	Rastrojo de Avena – Maíz	E – AM	17.680	B
IV	Rastrojo de Maíz	E – M	17.220	B
V	Rastrojo de Maíz – Papa	E – MP	15.160	C
VI	Rastrojo de Papa	E – P	13.480	D

**Grafico 36: Valores promedio de la eficiencia biológica de *Pleurotus eryngii* en seis diferentes sustratos**



**Grafico 37: Intervalos Tukey de la eficiencia biológica de *Pleurotus eryngii* en seis diferentes sustratos**



En la prueba de comparación Tukey al 95% de confiabilidad, sobre la eficiencia biológica de *Pleurotus eryngii*, indica que los tratamientos compuestos por rastrojo de papa - avena (E – PA), y rastrojo de avena (E – A), presentan mayor eficiencia biológica en comparación a los demás tratamientos (18.32%) y (18.04%), y son estadísticamente iguales, seguido por los tratamientos compuestos por rastrojo de avena - maíz (E – AM) y sustrato de rastrojos de maíz (E – M), con (17.68%) y (17.22%), estadísticamente iguales; el sustrato compuesto por rastrojo de maíz – papa (E – MP), presenta una eficiencia biológica de (15.16%), estadísticamente diferente a los demás tratamientos. El tratamiento que presentó menor eficiencia biológica en comparación a los demás es aquel compuesto por rastrojo de papa (E – P), con (13.80%) de eficiencia biológica.

### 6.3.1.4. Eficiencia Biológica en tres especies de *Pleurotus*

De acuerdo a las evaluaciones realizadas y las comparaciones Tukey de la tasa de productividad de los tratamientos de *Pleurotus djamor*, *Pleurotus eryngii*, *Pleurotus ostreatus* en diferentes sustratos, se identifica que la especie *Pleurotus ostreatus* en el sustrato rastrojo de papa (O – P), presentó mayor eficiencia biológica de los basidiocarpos analizados en comparación a los demás tratamientos (29.18%), estadísticamente diferente a los demás tratamientos, seguido por el tratamiento compuesto por *Pleurotus ostreatus*, en presencia del sustrato compuesto por rastrojo de maíz y papa (O – MP) estadísticamente diferente a los demás tratamientos. Los tratamientos que presentaron menor eficiencia biológica fueron los compuestos por *Pleurotus djamor* en rastrojo de avena (D – A) y el compuesto por *Pleurotus eryngii* en rastrojo de papa (E – P), con una eficiencia biológica de (13.80%) y (13.48%) respectivamente, estadísticamente iguales. Tal como se observa en el cuadro 69, se identifica que la especies de *Pleurotus ostreatus* presenta mayor eficiencia biológica en diferentes sustratos en comparación a los demás tratamientos.

**Cuadro 69: Comparaciones Tukey de la Eficiencia biológica (%) de tres especies de *Pleurotus* en diferentes sustratos**

Orden de Méritos	TRATAMIENTO	Código	Promedios	Significancia 5 %
I	<i>Pleurotus ostreatus</i> – Papa	O – P	29.180	A
II	<i>Pleurotus ostreatus</i> – Maíz – Papa	O - MP	26.320	B
III	<i>Pleurotus ostreatus</i> – Papa - Avena	O - PA	22.190	C
IV	<i>Pleurotus ostreatus</i> – Maíz	O – M	21.600	C
V	<i>Pleurotus djamor</i> – Papa – Avena	D – PA	19.910	D
VI	<i>Pleurotus djamor</i> – Maíz – Papa	D - MP	19.230	D
VII	<i>Pleurotus eryngii</i> – Papa – Avena	E – PA	18.320	E
VIII	<i>Pleurotus djamor</i> – Papa	D – P	18.160	E
IX	<i>Pleurotus eryngii</i> – Avena	E – A	18.040	E
X	<i>Pleurotus eryngii</i> – Avena – Maíz	E - AM	17.680	F
XI	<i>Pleurotus ostreatus</i> – Avena–Maíz	O - AM	17.590	F
XII	<i>Pleurotus ostreatus</i> – Avena	O – A	17.400	F
XIII	<i>Pleurotus eryngii</i> – Maíz	E – M	17.220	F
XIV	<i>Pleurotus djamor</i> – Maíz	D – M	15.980	G
XV	<i>Pleurotus djamor</i> – Avena – Maíz	D - AM	15.840	G
XVI	<i>Pleurotus eryngii</i> – Maíz – Papa	E - MP	15.160	G
XVII	<i>Pleurotus djamor</i> – Avena	D – A	13.800	H
XVIII	<i>Pleurotus eryngii</i> – Papa	E – P	13.480	H

### 6.3.2. Tasa de Productividad

#### 6.3.2.1. *Pleurotus ostreatus*

Para evaluar la tasa de productividad del hongo *Pleurotus ostreatus*, se obtuvieron los registros del crecimiento y producción de basidiocarpos entre los días transcurridos (93 días), aplicado en los seis sustratos (tratamientos) y sus repeticiones respectivas en las unidades experimentales, cuyos valores ordenados se exponen en el cuadro 70.

**Cuadro 70: Tasa de productividad (%/día) de *Pleurotus ostreatus* en 6 sustratos**

TRATAMIENTO	REPETICIONES					PROMEDIO	TOTAL
	1	2	3	4	5		
O - A	0.204	0.180	0.187	0.168	0.197	0.187	0.935
O - P	0.325	0.323	0.301	0.321	0.299	0.314	1.569
O - M	0.243	0.223	0.235	0.226	0.235	0.232	1.161
O - MP	0.284	0.288	0.280	0.287	0.277	0.283	1.415
O - PA	0.235	0.237	0.234	0.231	0.256	0.239	1.193
O - AM	0.192	0.187	0.183	0.193	0.191	0.189	0.946
<b>TOTAL</b>	<b>1.484</b>	<b>1.437</b>	<b>1.418</b>	<b>1.425</b>	<b>1.456</b>	<b>0.241</b>	<b>7.219</b>

**Cuadro 71: Análisis de varianza de la tasa de productividad de *Pleurotus ostreatus* en seis diferentes sustratos**

F de V	GL	SC	CM	FC	Valor p	SIG
Bloques	4	0.0005	0.0001	1.29	0.307	NS
Tratamiento	5	0.0637	0.0127	139.96	0.000	*
Error	20	0.0018	0.0001			
<b>Total</b>	<b>29</b>	<b>0.0660</b>	<b>CV:</b>		<b>3.97</b>	

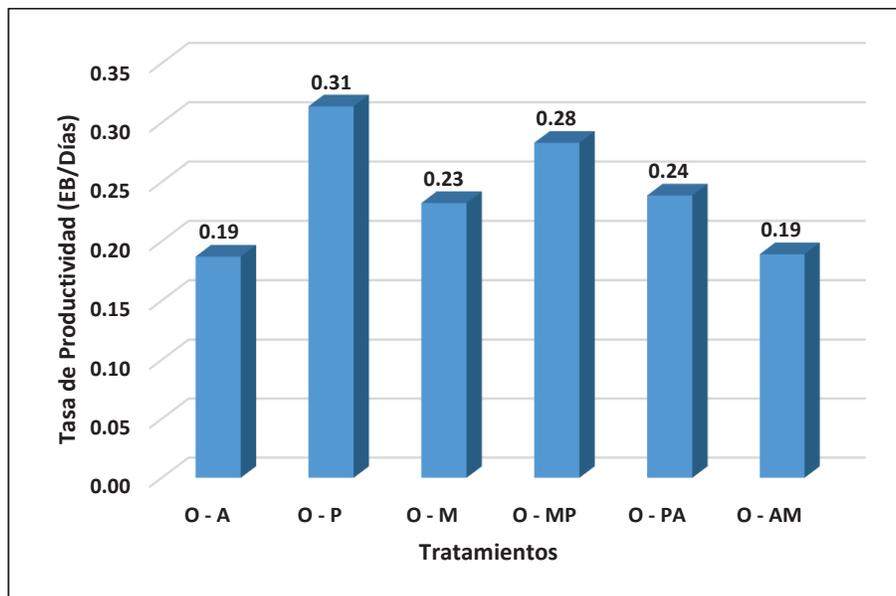
Como se puede observar en los resultados del análisis de varianza en el cuadro 71, la tasa de productividad de la especie *Pleurotus ostreatus* propagada en diferentes sustratos, son significativamente diferentes. El coeficiente de varianza para este factor es de 3.97, el cual está ubicado dentro de los rangos permisibles para este tipo de trabajos en laboratorio.

Existiendo diferencias estadísticas significativas, entre los diferentes tratamientos empleados en el experimento, se procedió a realizar la prueba de comparación múltiple de Tukey, a un nivel de significancia de 0.05%, para determinar cuál de los tratamientos empleados en la propagación del hongo *Pleurotus ostreatus* resulta más eficiente respecto a la tasa de productividad, cuyos resultados se exponen en el cuadro 72.

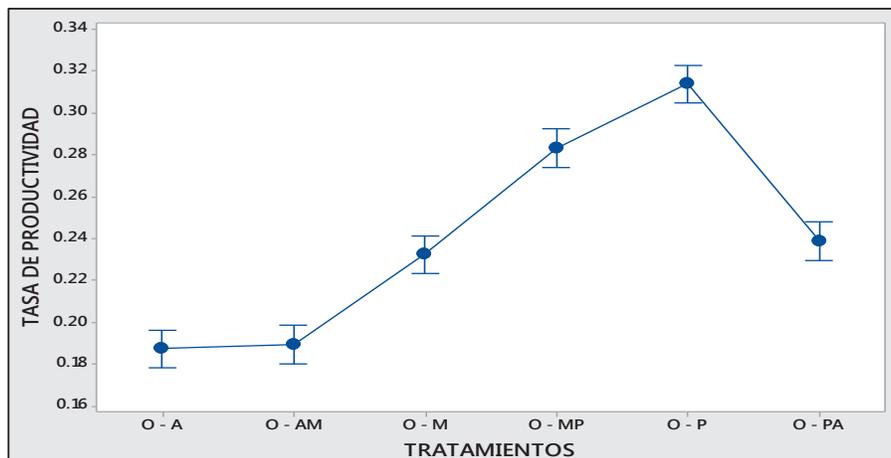
**Cuadro 72: Comparaciones Tukey de la tasa de productividad de *Pleurotus ostreatus* en seis diferentes sustratos**

Orden de Méritos	TRATAMIENTO	Código	Promedios	Significancia 5 %
I	Rastrojo de Papa	O – P	0.3138	A
II	Rastrojo de Maíz – Papa	O – MP	0.2830	B
III	Rastrojo de Papa – Avena	O – PA	0.2386	C
IV	Rastrojo de Maíz	O – M	0.2323	C
V	Rastrojo de Avena – Maíz	O – AM	0.1891	D
VI	Rastrojo de Avena	O – A	0.1871	D

**Grafico 38: Valores promedio de la tasa de productividad de *Pleurotus ostreatus* en seis diferentes sustratos**



**Grafico 39: Intervalos Tukey de la tasa de productividad de *Pleurotus ostreatus* en seis diferentes sustratos**



Respecto a la tasa de productividad de *Pleurotus ostreatus*, indica que el tratamiento compuesto por rastrojo de papa (O – P), presenta mayor tasa de productividad de hongos por día en comparación a los demás (0.3138%) y es estadísticamente superiores; seguido por el tratamiento compuesto por rastrojo de maíz - papa (O – MP), con una tasa de (0.2830%), estadísticamente diferente; rastrojo de papa - avena (O – PA) y rastrojo de maíz, con una tasa de productividad de (0.2386%) y (0.2323%) respectivamente. Los tratamientos que presentaron menor tasa de productividad fue el compuesto por rastrojo de avena - maíz (O – AM) y rastrojo de avena (O – A) con (0.1891%) y (0.1871%) respectivamente, estadísticamente diferente a los demás tratamientos.

### 6.3.2.2. *Pleurotus djamor*

Para evaluar la tasa de productividad del hongo *Pleurotus djamor*, se obtuvieron los registros del crecimiento y producción de basidiocarpos entre los días transcurridos (93 días), aplicado en los seis sustratos (tratamientos) y sus repeticiones respectivas en las unidades experimentales, cuyos valores ordenados se exponen en el cuadro 73.

**Cuadro 73: Tasa de productividad (%/día) de *Pleurotus djamor* en seis diferentes sustratos**

TRATAMIENTO	REPETICIONES					PROMEDIO	TOTAL
	1	2	3	4	5		
D - A	0.153	0.139	0.150	0.154	0.146	0.148	0.742
D - P	0.208	0.199	0.200	0.167	0.202	0.195	0.976
D - M	0.179	0.172	0.167	0.174	0.168	0.172	0.859
D - MP	0.208	0.205	0.207	0.208	0.206	0.207	1.034
D - PA	0.210	0.206	0.216	0.220	0.218	0.214	1.070
D - AM	0.157	0.180	0.175	0.179	0.161	0.170	0.852
<b>TOTAL</b>	<b>1.114</b>	<b>1.102</b>	<b>1.115</b>	<b>1.102</b>	<b>1.102</b>	<b>0.184</b>	<b>5.533</b>

**Cuadro 74: Análisis de varianza de la tasa de productividad de *Pleurotus djamor* en seis diferentes sustratos**

F de V	GL	SC	CM	FC	Valor p	SIG
Bloques	4	0.0000	0.0000	0.08	0.986	
Tratamiento	5	0.0158	0.0032	33.45	0.000	
Error	20	0.0019	0.0001			
<b>Total</b>	<b>29</b>	<b>0.0177</b>	<b>CV:</b>		<b>5.39</b>	

Como se puede observar en los resultados del análisis de varianza en el cuadro 74, la tasa de productividad de la especie *Pleurotus djamor* propagada

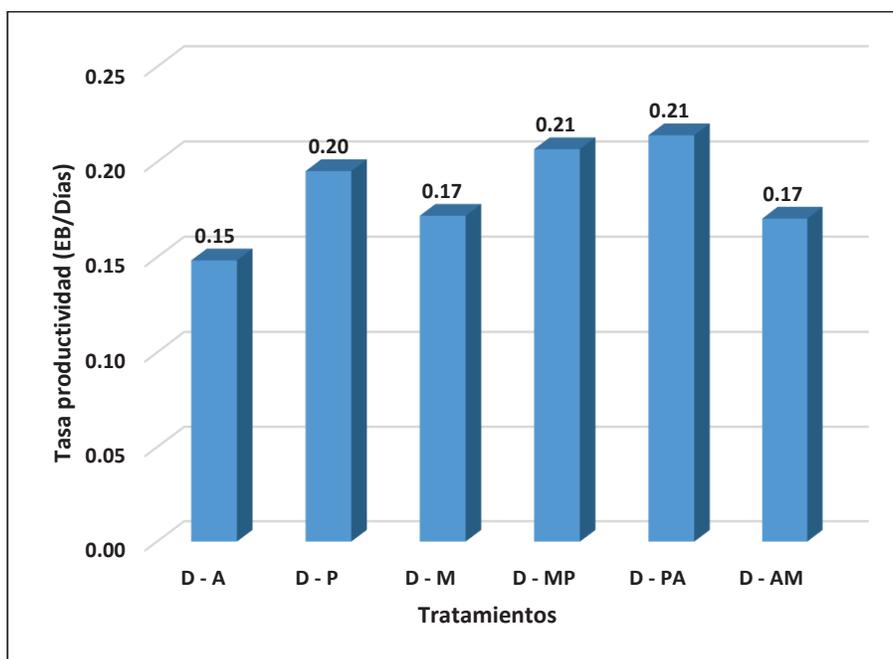
en diferentes sustratos, son significativamente diferentes. El coeficiente de varianza para este factor es de 5.39, el cual está ubicado dentro de los rangos permisibles para este tipo de trabajos en laboratorio.

Existiendo diferencias estadísticas significativas, entre los diferentes tratamientos empleados en el experimento, se procedió a realizar la prueba de comparación múltiple de Tukey, a un nivel de significancia de 0.05%, para determinar cuál de los tratamientos empleados en la propagación del hongo *Pleurotus djamor* resulta más eficiente respecto a la tasa de productividad, cuyos resultados se exponen en el cuadro 75.

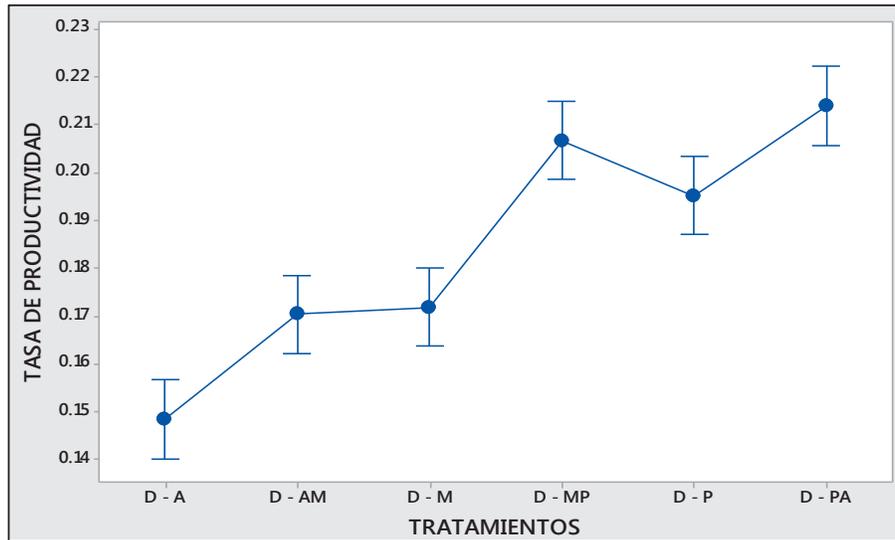
**Cuadro 75: Comparaciones Tukey de la tasa de productividad de *Pleurotus djamor* en seis diferentes sustratos**

Orden de Méritos	TRATAMIENTO	Código	Promedios	Significancia 5 %
I	Rastrojo de Papa – Avena	D – PA	0.2141	A
II	Rastrojo de Maíz – Papa	D – MP	0.2068	B
III	Rastrojo de Papa	D – P	0.1953	B
IV	Rastrojo de Maíz	D – M	0.1718	C
V	Rastrojo de Avena – Maíz	D – AM	0.1703	C
VI	Rastrojo de Avena	D – A	0.1484	D

**Grafico 40: Valores promedio de la tasa de productividad de *Pleurotus djamor* en seis diferentes sustratos**



**Grafico 41: Intervalos Tukey de la tasa de productividad de *Pleurotus djamor* en seis diferentes sustratos**



En la prueba de comparación Tukey, al 95% de confiabilidad, sobre la tasa de productividad de *Pleurotus djamor*, indica que el tratamiento compuesto por rastrojo de papa - avena (D – PA), presenta mayor tasa de productividad de hongos por día en comparación a los demás (0.2141%), y es estadísticamente superior a los demás; seguido por los tratamientos compuestos por rastrojo de maíz - papa (D – MP) y rastrojo de papa (D – P), con (0.2068%) y (0.1953%), estadísticamente iguales entre sí; rastrojo de maíz (D – M) y rastrojo de avena - maíz (D – AM), con una tasa de productividad de (0.1718%) y (0.1703%). El tratamiento que presenta menor tasa de productividad es aquel compuesto por rastrojo de avena (D – A), con (0.1484%).

### 6.3.2.3. *Pleurotus eryngii*

Para evaluar la tasa de productividad del hongo *Pleurotus eryngii*, se obtuvieron los registros del crecimiento y producción de basidiocarpos entre los días transcurridos (93 días), aplicado en los seis sustratos (tratamientos) y sus repeticiones respectivas en las unidades experimentales, valores expuestos en el cuadro 76.

**Cuadro 76: Tasa de productividad (%/día) de *Pleurotus eryngii* en seis diferentes sustratos**

TRATAMIENTO	REPETICIONES					PROMEDIO	TOTAL
	1	2	3	4	5		
E - A	0.199	0.188	0.198	0.189	0.196	0.194	0.970
E - P	0.141	0.143	0.149	0.143	0.148	0.145	0.725
E - M	0.186	0.183	0.185	0.184	0.188	0.185	0.926
E - MP	0.158	0.167	0.170	0.160	0.160	0.163	0.815
E - PA	0.197	0.195	0.200	0.195	0.199	0.197	0.985
E - AM	0.188	0.189	0.192	0.194	0.187	0.190	0.951
<b>TOTAL</b>	<b>1.069</b>	<b>1.065</b>	<b>1.095</b>	<b>1.065</b>	<b>1.078</b>	<b>0.179</b>	<b>5.371</b>

**Cuadro 77: Análisis de varianza de la tasa de productividad de *Pleurotus eryngii* en seis diferentes sustratos**

F de V	GL	SC	CM	FC	Valor p	SIG
Bloques	4	0.0001	0.0000	2.48	0.077	NS
Tratamiento	5	0.0106	0.0021	193.84	0.000	*
Error	20	0.0002	0.0000			
<b>Total</b>	<b>29</b>	<b>0.0109</b>	<b>CV:</b>		<b>1.84</b>	

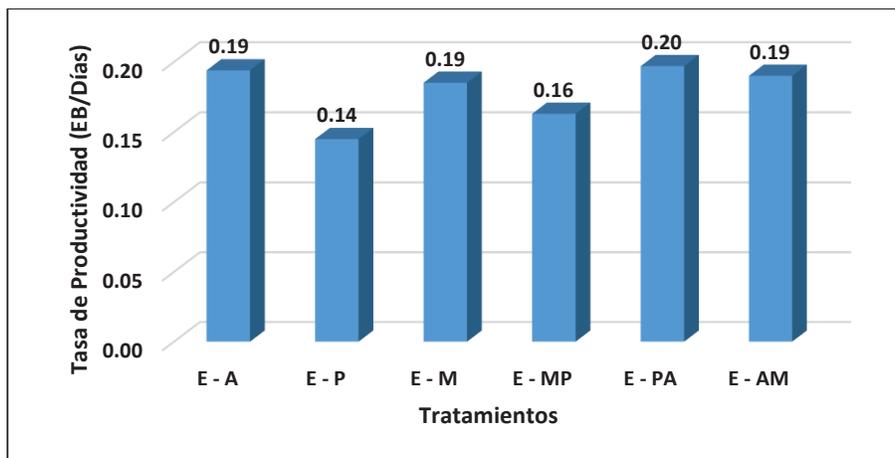
Como se puede observar en los resultados del análisis de varianza en el cuadro 77, la tasa de productividad de la especie *Pleurotus eryngii* propagada en diferentes sustratos, son significativamente diferentes. El coeficiente de varianza para este factor es de 1.84, el cual está ubicado dentro de los rangos permisibles para este tipo de trabajos en laboratorio.

Existiendo diferencias estadísticas significativas, entre los diferentes tratamientos empleados en el experimento, se procedió a realizar la prueba de comparación múltiple de Tukey, a un nivel de significancia de 0.05%, para determinar cuál de los tratamientos empleados en la propagación del hongo *Pleurotus eryngii* resulta más eficiente respecto a la tasa de productividad, cuyos resultados se exponen en el cuadro 78.

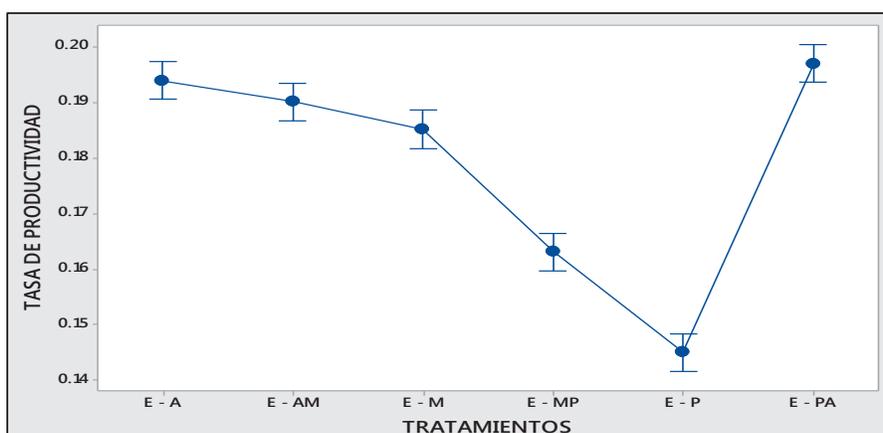
**Cuadro 78: Comparaciones Tukey de la tasa de productividad de *Pleurotus eryngii* en seis diferentes sustratos**

Orden de Méritos	TRATAMIENTO	Código	Promedios	Significancia 5 %
I	Rastrojo de Papa – Avena	E – PA	0.1970	A
II	Rastrojo de Avena	E – A	0.1940	A
III	Rastrojo de Avena – Maíz	E - AM	0.1901	A
IV	Rastrojo de Maíz	E – M	0.1852	B
V	Rastrojo de Maíz – Papa	E - MP	0.1630	C
VI	Rastrojo de Papa	E – P	0.1450	D

**Grafico 42: Valores promedio de la tasa de productividad de *Pleurotus eryngii* en seis diferentes sustratos**



**Grafico 43: Intervalos Tukey de la tasa de productividad de *Pleurotus eryngii* en seis diferentes sustratos**



En la prueba de comparación Tukey, al 95% de confiabilidad, sobre la tasa de productividad de *Pleurotus eryngii*, indica que los tratamientos compuestos por rastrojo de papa - avena (E – PA), rastrojo de avena (E – A) y rastrojo de avena – maíz (E – AM) que presentan mayor tasa de productividad de hongos por día en comparación a los demás (0.1970%), (0.1940%) y (0.1901%) y son estadísticamente superiores a los demás; seguido por el tratamiento compuesto por rastrojo de maíz (E – M), con una tasa de (0.1852%), estadísticamente diferente; rastrojo de maíz - papa (E – MP), con una tasa de productividad de (0.1630%). El tratamiento que presenta menor tasa de productividad es aquel compuesto por rastrojo de papa (E – P), con (0.1450%), el cual así mismo es estadísticamente diferente a los demás tratamientos estudiados.

### 6.3.2.4. Tasa de Productividad en tres especies de *Pleurotus*

De acuerdo a las evaluaciones realizadas y las comparaciones Tukey de la tasa de productividad de los tratamientos de *Pleurotus djamor*, *Pleurotus eryngii*, *Pleurotus ostreatus* en diferentes sustratos, se identifica que la especie *Pleurotus ostreatus* en el sustrato rastrojo de papa (O – P), presentó mayor tasa de productividad de basidiocarpos analizados en comparación a los demás tratamientos (0.3138%), estadísticamente diferente a los demás tratamientos, seguido por el tratamiento compuesto por *Pleurotus ostreatus*, en presencia del sustrato compuesto por rastrojo de maíz y papa (O – MP) con (0.2830%), estadísticamente diferente a los demás tratamientos. Los tratamientos que presentaron menor tasa de productividad fueron los compuestos por *Pleurotus djamor* en rastrojo de avena (D – A) y el compuesto por *Pleurotus eryngii* en rastrojo de papa (E – P), con una tasa de productividad de (0.1484%) y (0.1450%), estadísticamente iguales. Tal como se observa en el cuadro 79, se identifica que la especie de *Pleurotus ostreatus* presenta mayor tasa de productividad en diferentes sustratos en comparación a los demás tratamientos.

**Cuadro 79: Tukey de la tasa de productividad (%/día) de tres especies de *Pleurotus* en diferentes sustratos**

Orden de Méritos	TRATAMIENTO	Código	Promedios	Significancia 5 %
I	<i>Pleurotus ostreatus</i> – Papa	O – P	0.3138	A
II	<i>Pleurotus ostreatus</i> – Maíz – Papa	O - MP	0.2830	B
III	<i>Pleurotus ostreatus</i> – Papa – Avena	O - PA	0.2386	C
IV	<i>Pleurotus ostreatus</i> – Maíz	O – M	0.2323	C
V	<i>Pleurotus djamor</i> – Papa – Avena	D – PA	0.2141	D
VI	<i>Pleurotus djamor</i> – Maíz – Papa	D - MP	0.2068	E
VII	<i>Pleurotus eryngii</i> – Papa – Avena	E – PA	0.1970	E
VIII	<i>Pleurotus djamor</i> – Papa	D – P	0.1953	E
IX	<i>Pleurotus eryngii</i> – Avena	E – A	0.1940	E
X	<i>Pleurotus eryngii</i> – Avena – Maíz	E - AM	0.1901	E
XI	<i>Pleurotus ostreatus</i> – Avena – Maíz	O - AM	0.1891	F
XII	<i>Pleurotus ostreatus</i> – Avena	O – A	0.1871	F
XIII	<i>Pleurotus eryngii</i> – Maíz	E – M	0.1852	F
XIV	<i>Pleurotus djamor</i> – Maíz	D – M	0.1718	G
XV	<i>Pleurotus djamor</i> – Avena – Maíz	D - AM	0.1703	G
XVI	<i>Pleurotus eryngii</i> – Maíz – Papa	E - MP	0.1630	H
XVII	<i>Pleurotus djamor</i> – Avena	D – A	0.1484	I
XVIII	<i>Pleurotus eryngii</i> – Papa	E - P	0.1450	I

## VII. DISCUSIÓN

### 7.1. SUSTRATO ÓPTIMO PARA EL DESARROLLO DE LOS DIFERENTES HONGOS

#### a. Rendimiento de basidiocarpos:

**Chávez, I. (2016)**, en su trabajo “*Stipa ichu* como alternativa local en el cultivo de *Pleurotus ostreatus* (Jacquin ex Fr.) Kummer”, utilizando rastrojo de ichu (80%) + rastrojo de cebada (20%) obtuvo un total de (1.03 kg) de hongo fresco. Al respecto, se obtuvo a *Pleurotus ostreatus* con mayor rendimiento en presencia de rastrojo de papa (O – P) con un rendimiento de (291.80 kg), lo que muestra las diferencias que existen entre ambos tratamientos, se deben al tipo de mezcla de sustratos realizado.

#### b. Porcentaje de degradación del sustrato:

**Sánchez, F. (2014)**, en su trabajo “Evaluación de sustratos en la producción del hongo *Pleurotus djamor* en Santa Ana – La Convención” utilizando cascara de cacao obtuvo (41.64%) de degradación del sustrato. Por otro lado, *Pleurotus djamor* en presencia de rastrojo de avena – maíz (D – AM) presentó mayor porcentaje de degradación (95.9308%). El valor del porcentaje de degradación obtenido es mayor esto se debe al mayor porcentaje de lignina que presentan dichos sustratos.

### 7.2. CARACTERÍSTICAS MORFOLÓGICAS DE LOS BASIDIOCARPOS

#### a. Número de basidiocarpos:

**Sánchez, F. (2014)**, en su trabajo “Evaluación de sustratos en la producción del hongo *Pleurotus djamor* en Santa Ana – La Convención” utilizando pulpa de café resulto ser el mejor tratamiento al obtener (81.00) basidiocarpos. Al respecto, *Pleurotus djamor* en el sustrato de rastrojo de maíz y papa (D – MP) presento (31.80) basidiocarpos. La diferencia del número de basidiocarpos es cuantiosa y pudo deberse a las condiciones ambientales e implementación de los laboratorios.

#### **b. Peso promedio de basidiocarpos:**

La especie *Pleurotus eryngii* en el sustrato de rastrojo de avena - maíz (E – AM), resultó ser el mejor tratamiento para obtener mayor peso de basidiocarpos (28.633 gr), seguido por *Pleurotus ostreatus*, en presencia de rastrojo de maíz y papa (O – MP) con (25.00 gr). La diferencia entre los tratamientos evaluados se pudo deber al grado de disponibilidad de lignina, celulosa y hemicelulosa en los sustratos.

#### **c. Diámetro de píleo:**

La especie *Pleurotus eryngii* en el sustrato de rastrojo de papa (E – P), y en el sustrato maíz – papa (E – MP) resultaron ser los mejores tratamientos porque presentó mayor diámetro de píleo en los basidiocarpos analizados con (115.20 cm) y (114.60 cm) respectivamente en comparación con los demás tratamientos, esto pudo deberse a las diferencias que existen con respecto al contenido de carbono y la relación C/N en los sustratos, este es el que influye en el crecimiento y desarrollo de *Pleurotus* spp. y puede ser asimilado a partir de diferentes fuentes de polímeros, carbohidratos y lípidos (**Sánchez, J. y Royse. D. 2001**)

### **7.3. EFICIENCIA BIOLÓGICA Y TASA DE PRODUCTIVIDAD DE LOS DIFERENTES HONGOS**

#### **a. Eficiencia biológica:**

**Chávez, I. (2016)**, en su trabajo “*Stipa ichu* como alternativa local en el cultivo de *Pleurotus ostreatus* (Jacquin ex Fr.) Kummer” en el tratamiento de rastrojo de ichu (80%) + rastrojo de cebada (20%) se obtuvo (188%) de eficiencia biológica. Por otro lado, *Pleurotus ostreatus* en el sustrato rastrojo de papa (O – P), presentó mayor eficiencia biológica (29.18%). Estos resultados de eficiencia biológica siguen una lógica al contenido nutricional de cada tratamiento, específicamente al contenido de celulosa y lignina de ellos.

#### **b. Tasa de productividad:**

**Chávez, I. (2016)**, en su trabajo “*Stipa ichu* como alternativa local en el cultivo de *Pleurotus ostreatus* (Jacquin ex Fr.) Kummer” en el tratamiento de rastrojo de ichu (80%) + rastrojo de cebada (20%) obtuvo la tasa más alta de producción con (2.38 %). Al respecto, *Pleurotus ostreatus* en el sustrato rastrojo de papa (O

– P), presentó (0.3138%) como mayor tasa de productividad de basidiocarpos. Esta diferencia pudo deberse a que obtuvo mayor eficiencia biológica en un ciclo corto de producción.

## VIII. CONCLUSIONES Y SUGERENCIAS

### CONCLUSIONES

#### 8.1. SUSTRATO ÓPTIMO PARA EL DESARROLLO DE LOS DIFERENTES HONGOS

- a. Rendimiento de basidiocarpos:** *P. ostreatus* fue la que presentó mayor rendimiento en presencia de rastrojo de papa (O – P) con un rendimiento de (291.80 kg), en segundo lugar, *P. ostreatus*, en presencia de rastrojo de maíz y papa (O – MP) con un rendimiento de 263.20 Kg de basidiocarpos.
- b. Porcentaje de degradación del sustrato:** *P. djamor* en presencia de rastrojo de avena – maíz (D – AM) presentó mayor porcentaje de degradación (95.9308%), en segundo lugar, *P. eryngii*, en presencia de rastrojo de avena (E – A), con un 51.66 %.

#### 8.2. CARACTERÍSTICAS MORFOLÓGICAS DE LOS BASIDIOCARPOS

- a. Número de basidiocarpos:** *P. djamor* en los sustratos de rastrojo de maíz y papa (D – MP) y rastrojo de maíz – avena (D – MA), presentaron mayor número de basidiocarpos con (31.80) y (31.20) respectivamente.
- b. Peso promedio de basidiocarpos:** *P. eryngii* en el sustrato de rastrojo de avena - maíz (E – AM), presentó mayor peso de basidiocarpos (28.633 gr), seguido por *P. ostreatus*, en presencia de rastrojo de maíz y papa (O – MP) con (25.00 gr).
- c. Diámetro de píleo:** *P. eryngii* en el sustrato de rastrojo de papa (E – P), y en el sustrato maíz – papa (E – MP) presentó mayor diámetro de píleo en los basidiocarpos analizados con (115.20 cm) y (114.60 cm).

#### 8.3. EFICIENCIA BIOLÓGICA Y TASA DE PRODUCTIVIDAD DE LOS DIFERENTES HONGOS

- a. Eficiencia biológica:** *P. ostreatus* en el sustrato rastrojo de papa (O – P), presentó mayor eficiencia biológica (29.18%), seguido por el tratamiento compuesto por *P. ostreatus*, en presencia del sustrato compuesto por rastrojo de maíz y papa (O – MP) con (26.32%).
- b. Tasa de productividad:** *P. ostreatus* en el sustrato rastrojo de papa (O – P), presentó mayor tasa de productividad de basidiocarpos (0.3138%), seguido por *P. ostreatus*, en presencia de rastrojo de maíz y papa (O – MP) con (0.2830%).

## SUGERENCIAS

- Aprovechar los rastrojos de Maíz, Avena y Papa, en la producción de hongos, ya que son los sub productos de la cosecha más abundantes en la región, y son los más eficientes en la propagación de *Pleurotus*.
- Impulsar la producción de *Pleurotus djamor*, *Pleurotus eryngii* y *Pleurotus ostreatus*, ya que se ha demostrado que es muy sencillo, así como también no requiere de mucho espacio e inversión.
- Incentivar en consumo de *Pleurotus djamor*, *Pleurotus eryngii* y *Pleurotus ostreatus*, ya que son una rica fuente de proteínas y fibra muy importantes en la alimentación humana.
- Realizar estudios de conservación e industrialización de *Pleurotus djamor*, *Pleurotus eryngii* y *Pleurotus ostreatus*, de esta manera se pueda saber el tiempo de vida útil del producto a nivel industrial, y se pueda sacar al mercado con una mejor presentación.
- Realizar estudios de mercado, así como análisis de gustos y preferencias de los consumidores, de tal manera se pueda conocer el grado de aceptabilidad que tiene *Pleurotus djamor*, *Pleurotus eryngii* y *Pleurotus ostreatus*, en la población.

## IX. BIBLIOGRAFÍA

- Acosta, L. y Bustos, Z. 1998.** Cultivo de *Pleurotus djamor* en la planta PROBIOTEC. Tesis para optar título de Químico Farmacéutico. Universidad Autónoma de Chiapas, México. Pág. 57.
- Agrios, G. 1995.** Enfermedades de las plantas causadas por hongos. Capítulo 11. Fitopatología general. Editorial Limusa S.A.
- Ardón, L. 2007.** Producción de hongos comestibles, Facultad de Humanidades, Universidad San Carlos de Guatemala, Guatemala.
- Atlas, R. y Bartha, R. 2002.** Ecología microbiana y microbiología ambiental. Revista Tecnológica, Cuarta Edición. Editorial Adisson Wesley. Madrid, España. Pág. 677.
- Bobek, P., 1998.** Dose and time dependent hypocholesterolemic effect of oyster mushroom (*Pleurotus ostreatus*) in rats. Nutrition 14:282-286
- Candía, C. N., (2009),** "Evaluación de sustratos lignocelulosicos para la producción de *Pleurotus ostreatus* (Jacq. Fr.) Kummer". Tesis Universidad Nacional San Antonio Abad del Cusco.
- Caramelo, L., Martínez, M y Martínez, A. 1999.** A search for ligninolytic peroxidases in the fungus *Pleurotus eryngii* involving a-keto-g-thiomethylbutyric acid and lignin model dimmers. Applied and Environmental Microbiology. 65(3): 916-922.
- Chang, S.T. y Miles, P. 2004.** Hongos: Cultivo, Valor Alimenticio, Efecto Medicinal e Impacto ambiental. CRC Press, pág. 451.
- Chávez, I. 2016.** Tesis "*Stipa ichu* como alternativa local en el cultivo de *Pleurotus ostreatus* (Jacquin ex Fr.) Kummer". Facultad de Ciencias Agrarias, Universidad Nacional de San Antonio Abad del Cusco.
- Cisterna, C. 2003.** Clasificación eco fisiológica de los hongos comestibles.
- Cohen, R., Persky, L y Hadar, Y. 2002.** Mini-Review. Biotechnological application and potencial of wood-degrading mushrooms of genus *Pleurotus*. Appl. Microbiol Biotechnol. 58: 582-594.
- Collazos, C. White P., Viñas T, Quiroz M. Roca N. 1996.** "Tablas Peruanas de Composición de Alimentos". Ministerio de Salud, Instituto Nacional de Salud. Centro Nacional de Alimentación y Nutrición.
- Córdova, B. 1971.** "Cereales" Universidad Autónoma Agraria Antonio Narro. Coahuila, 19-40 pp.
- Cruz, A. 2015.** "Utilización de enzimas Lipasas en la extracción de proteínas del polvillo de arroz"
- Dorado, J., Almendrosa, G., Camarero, S., Martínez, Vares, T. y Hatakkac, A. 1999.** Transformation of wheat straw in the course of solid-state

fermentation by four ligninolytic basidiomycetes. *Enzyme and Microbial Technology*. 25: 605–612.

**Eguchi, F., Watanabe, Y., Kikukawa, T., Yoshimoto, H., Abe, C. y Higaki, M. 1999.** Pharmacological effects of *Pleurotus eryngii* on the hyperlipemia. *Journal of Traditional Medicines*, 16: 24-31.

**Fernández, F. 2004.** Guía práctica de producción d setas (*Pleurotus spp.*). Fungitec Asesorías. Guadalajara, Jalisco. México.

**Galindo, J. M., (1991),** “Cultivo moderno de champiñón”. Ediciones Mundi – Prensa. Madrid-España. Pág. 15-27

**García, A. 2000.** Utilización de rastrojos de maíz (*Zea mays*) y cascarilla de arroz (*Oriza sativa*) como sustrato para el cultivo del hongo comestible *Pleurotus spp.* Tesis para optar título profesional de Ingeniero Agrónomo, UNSAAC Guatemala. Pág. 37.

**Guzmán, G. G Mata, D Salmones. C Soto-Velazco Y L. Guzmán. Dávalos. 1993.** El cultivo de los hongos comestibles. Con especial atención a especies tropicales y subtropicales en esquilmos y residuos agro-industriales. Instituto Politécnico Nacional. México.

**Guzmán, G., Montoya, L., Salmones, D. & Bandala, V.M. 1993.** Studies of the genus *Pleurotus* (Basidiomycotina), II. *P. djamor* in México and in other Latin American countries, taxonomic confusions, distribution and semi-industrial culture. *Cryptogamic Botanic*. 3: 213-220.

**Guzmán, G. 2000.** El género *Pleurotus* (Agaricales): Diversidad, problemas taxonómicos usos culturales y tradicionales y medicinales. *Revista: Publicación Internacional de Hongos Medicinales* Vol. 2. Pág. 95-123.

**Hernández, R. y López, C., 1948,** Evaluación del crecimiento y producción de *Pleurotus ostreatus* sobre diferentes residuos agroindustriales del departamento de Cundinamarca. Trabajo de grado. Pontificia Universidad Javeriana, Facultad de Ciencias, Bogotá D.C.

**Hincapié, J. 1993.** "Fertilización mineral del hongo comestible *Pleurotus spp.*". Facultad de Ciencias Agropecuarias - Sede Medellín, Universidad Nacional de Colombia. Pág. 91.

**Jiménez, L. 2009.** Evaluación de Cinco Sustratos Complementarios a la Pulpa de Café para el Cultivo de Hongo Comestible (*Pleurotus ostreatus*) en el Municipio de San Ildefonso Ixtahuacán, Huehuetenango. Tesis, Universidad Rafael Landívar, Quetzaltenango Guatemala.

**Manzi, P., Marconi, S., Aguzzi, A y Pizzoferrato, L. 2004.** Commercial mushrooms: nutritional quality and effect of cooking. *Food Chemistry*. 84: 201- 206.

**Martin, A. 1981.** Introducción a la microbiología del suelo. AGT editores, México. Págs. 47-61.

- Martínez, D. 2000.** Cultivo de *Pleurotus spp.* sobre desechos agrícolas. Revista Biótica. Volumen 9. Pág. 243-248.
- Martínez, D., N., Curvetto, M., Sobal, P. Morales y M. Mora (Eds.), (2010),** “Hacia un desarrollo sostenible del sistema de producción – consumo de los hongos comestibles y medicinales en Latinoamérica: Avances y perspectivas en el siglo XXI”, Red Latinoamericana de Hongos Comestibles y Medicinales – COLPOS UNS-CONACYT-AMC-UAEM-MINAP, Puebla, 648pp.
- Martínez, D., 2014.** Producción de tres especies de *Pleurotus spp.* utilizando diferentes sustratos: Nuevo Progreso, San Marcos. Pág. 29.
- Mata, G. y Martínez D. 1998.** Estimación de la producción de residuos agroindustriales potencialmente utilizables para el cultivo de hongos comestibles en México. Revista Mexicana de Micología. Volumen N° 4. Pág. 287-296.
- Mata y Savoie. 2000.** Paja de trigo. Consultado 05 ene. 2016. Disponible en <http://eprints.ucm.es/10802/1/T31774.pdf>.
- Monterroso, O. 2007.** Efecto de la suplementación de la caña de maíz (*Zea mays L.*) con nitrato de amonio, nitrato de potasio y urea en el cultivo del hongo *Pleurotus djamor* (Cepa ECS- 152). USAC - Guatemala. Pág. 96.
- Moreno, M., 2008.** Producción de setas de *Pleurotus eryngii* (DC.: Fr) Quel. En paja de trigo y posterior evaluación del sustrato bioaumentado incorporado a un suelo Hapludand. Valdivia. Chile.
- Motato, K., Mejía, A. y León, A., (2005),** evaluación de los residuos agroindustriales de plátano (*Musa paradisiaca*) y aserrín de abarco (*Cariniana piriformes*) como sustratos para el cultivo del hongo *Pleurotus djamor*. Vitae. Revista de la Facultad de Química Farmacéutica.
- OEI, P. 2003.** El cultivo del hongo. Revista tecnológica. Tercera edición. Publisher Backhuys. Leiden, Holanda.
- Ohga, S. y Royse, D. 2004.** NOTE, Cultivation of *Pleurotus eryngii* on umbela plant (*Cyperus alternifolius*) substrate. J. Wood Sci. 50: 466-469.
- Pavlich. H. 2001.** Cultivo de hongos comestibles del Perú en residuos lignocelulósicos. Revista Biota N° 100. Lima Perú.
- Philippoussis, A., Zervakis, G y Diamantopoulou, P. 2001.** Bioconversion of agricultural lignocellulosic wastes through the cultivation of the edible mushrooms *Agrocybe aegerita*, *Volvariella volvacea* and *Pleurotus spp.* World Journal of Microbiology & Biotechnology. 17: 191-200.
- Quimio, T. 2002.** La biología y el cultivo de *Pleurotus spp.*, Chiapas, México, D. F., Editorial Limusa S. A. Pág. 125-137.
- Reyes, P. 1990.** El maíz y su cultivo. AGT. EDITOR, S.A. México. 460 pp.

- Reyes G.R., Abella A. E., Eguchi F., Lijima T., Higaki M., Quimio T.H., (2004)** "Growing paddy Straw mushroom", pp. 262-269. In: Mushroom grower's handbook 1; Oyster mushroom cultivation. Mushroom World, Corea.
- Rodríguez, N. y Gómez, f., 2001.** "Cultivo de hongos comestibles en pulpa de café". Avances Técnicos. CENICAFE, 285:1-8.
- Rojas, P. (2000),** "Formulación de sustratos lignocelulosicos (bagazo de caña de azúcar, coronta de maíz, peladilla de espárragos) para la producción y calidad del hongo comestible *Pleurotus ostreatus*". Tesis Universidad Nacional de Trujillo.
- Sánchez, J. y Royse. D. 2001.** La biología y el cultivo de *Pleurotus spp.* Colegio la Frontera Sur (ECOSUR), Chiapas, México, D. F., Editorial Limusa
- Sánchez, F. (2014),** "Evaluación de sustratos en la producción del hongo *Pleurotus djamor* en Santa Ana – La Convención" Facultad de Ciencias Agrarias Tropicales, Universidad Nacional de San Antonio Abad del Cusco.
- Sierra, J., López, T y García, J., 2002,** "Lo que Ud. Debe de saber de: setas cultivadas". Sociedad Micológica Leonesa "San Jorge". Cartilla de divulgación 11. Pág. 32.
- Singer, R. 1975.** The Agaricales in Modern Taxonomy. J. Cramer. Vaduz, Alemania. 912 p.
- Soto, V., Conrado, A. y Arias A., 2004.** El cultivo de las setas (*Pleurotus spp.*): una tecnología de producción de alimentos. Ediciones Cuéllar.
- Stamets, P. 1993.** Growing gourmet & medical mushrooms. Ten Speed Press, Berkeley, 552 pp.
- Stamets, P. 2000.** Los hongos de gourmet Growing y medicinales. Tercera Edición Diez. Aceleran Prensa. Berkeley, Toronto.
- Stamets, P. y Chilton, J. 1983.** "el cultivo del hongo" Edición Agarikon Press Olympia, Washington. Pag. 415.
- Talledo, R., (2004),** "Posibles variantes que se pueden realizar en la producción de semilla de *Pleurotus ostreatus*". Revista Agroenfoque. Vol. XVIII. 135pp.
- Toledo, M., 2008.** "residuos de maíz y quinua como potenciales sustratos para el cultivo de hongos comestibles *Pleurotus ostreatus*". Pág. 46.
- Vedder, P., (1996),** "Cultivo moderno de Champiñón". Ediciones Mundi-Prensa, Madrid, 369pp.
- Wang, H y NG, T. 2006.** Purification of laccase from fruiting bodies of mushroom *Pleurotus eryngii*. Appl Microbiol Biotechnol. 69: 521-525.
- Zadrazil, F. (1974)** The ecology and industrial production of *Pleurotus ostreatus*, *P. florida*, *P. cornucopiae* and *P. eryngii*. Mush Sc 1974; 9:621-652.

**Zervakis G, Philippoussis A, Loannidou S, Diamantopoulou P. (2001)**  
Mycelium growth kinetics and optimal temperature conditions for the cultivation of edible mushroom species on lignocellulosic substrates. *Folia microbiológica* 46: 231-234.

# **ANEXOS**

**Anexo 1: *Pleurotus ostreatus*: RESULTADOS DE LOS PARÁMETROS EVALUADOS PARA EL TRATAMIENTO "A" (AVENA 100%).**

CÓDIGO	FECHA DE SIEMBRA	FECHA DE ULTIMA COSECHA	Nº TOTAL DE BASIDIOS	TAMAÑO DE BASIDIOS (cm)	PESO TOTAL (gr)	PESO BASIDIO (gr)	PORCENTAJE DE DEGRADACIÓN (%)	EFICIENCIA BIOLÓGICA (%)	TASA PRODUCTIVIDAD (%/día)	RENDIMIENTO (kg/t)
O-A-1	07/03/2017	08/06/2017	18	88.78	380.00	21.11	46.60	19.00	0.20	190.00
O-A-2	07/03/2017	08/06/2017	16	96.19	335.00	20.94	44.00	16.75	0.18	167.50
O-A-3	07/03/2017	08/06/2017	15	96.27	347.00	23.13	44.35	17.35	0.19	173.50
O-A-4	07/03/2017	08/06/2017	14	97.50	312.00	22.29	41.60	15.60	0.17	156.00
O-A-5	07/03/2017	08/06/2017	16	96.63	366.00	22.88	44.35	18.30	0.20	183.00

**Anexo 2: *Pleurotus ostreatus*: RESULTADOS DE LOS PARÁMETROS EVALUADOS PARA EL TRATAMIENTO "P" (PAPA 100%).**

CÓDIGO	FECHA DE SIEMBRA	FECHA DE ULTIMA COSECHA	Nº TOTAL DE BASIDIOS	TAMAÑO DE BASIDIOS (cm)	PESO TOTAL (gr)	PESO BASIDIO (gr)	PORCENTAJE DE DEGRADACIÓN (%)	EFICIENCIA BIOLÓGICA (%)	TASA PRODUCTIVIDAD (%/día)	RENDIMIENTO (kg/t)
O-P-1	07/03/2017	08/06/2017	27	102.67	604.00	22.37	48.50	30.20	0.32	302.00
O-P-2	07/03/2017	08/06/2017	29	98.55	601.00	20.72	47.90	30.05	0.32	300.50
O-P-3	07/03/2017	08/06/2017	26	96.69	559.00	21.50	49.85	27.95	0.30	279.50
O-P-4	07/03/2017	08/06/2017	30	103.83	597.00	19.90	46.25	29.85	0.32	298.50
O-P-5	07/03/2017	08/06/2017	28	106.18	557.00	19.89	48.15	27.85	0.30	278.50

**Anexo 3: *Pleurotus ostreatus*: RESULTADOS DE LOS PARÁMETROS EVALUADOS PARA EL TRATAMIENTO "M" (MAÍZ 100%)**

CÓDIGO	FECHA DE SIEMBRA	FECHA DE ÚLTIMA COSECHA	Nº TOTAL DE BASIDIOS	TAMAÑO DE BASIDIOS (cm)	PESO TOTAL (gr)	PESO BASIDIO (gr)	PORCENTAJE DE DEGRADACIÓN (%)	EFICIENCIA BIOLÓGICA (%)	TASA PRODUCTIVIDAD (%/día)	RENDIMIENTO (kg/t)
O-M-1	07/03/2017	08/06/2017	19	89.95	452.00	23.79	41.30	22.60	0.24	226.00
O-M-2	07/03/2017	08/06/2017	18	91.72	414.00	23.00	40.95	20.70	0.22	207.00
O-M-3	07/03/2017	08/06/2017	20	90.45	437.00	21.85	38.85	21.85	0.23	218.50
O-M-4	07/03/2017	08/06/2017	18	89.78	420.00	23.33	41.40	21.00	0.23	210.00
O-M-5	07/03/2017	08/06/2017	20	90.65	437.00	21.85	39.90	21.85	0.23	218.50

**Anexo 4: *Pleurotus ostreatus*: RESULTADOS DE LOS PARÁMETROS EVALUADOS PARA EL TRATAMIENTO "MP" (MAÍZ 50% - PAPA 50%)**

CÓDIGO	FECHA DE SIEMBRA	FECHA DE ÚLTIMA COSECHA	Nº TOTAL DE BASIDIOS	TAMAÑO DE BASIDIOS (cm)	PESO TOTAL (gr)	PESO BASIDIO (gr)	PORCENTAJE DE DEGRADACIÓN (%)	EFICIENCIA BIOLÓGICA (%)	TASA PRODUCTIVIDAD (%/día)	RENDIMIENTO (kg/t)
O-MP-1	07/03/2017	08/06/2017	21	85.24	528.00	25.14	47.45	26.40	0.28	264.00
O-MP-2	07/03/2017	08/06/2017	21	85.76	535.00	25.48	48.40	26.75	0.29	267.50
O-MP-3	07/03/2017	08/06/2017	20	91.55	520.00	26.00	48.85	26.00	0.28	260.00
O-MP-4	07/03/2017	08/06/2017	19	92.47	533.00	28.05	47.25	26.65	0.29	266.50
O-MP-5	07/03/2017	08/06/2017	20	97.15	516.00	25.80	49.90	25.80	0.28	258.00

**Anexo 5: *Pleurotus ostreatus*: RESULTADOS DE LOS PARÁMETROS EVALUADOS PARA EL TRATAMIENTO "PA" (PAPA 50% - AVENA 50%)**

CÓDIGO	FECHA DE SIEMBRA	FECHA DE ULTIMA COSECHA	Nº TOTAL DE BASIDIOS	TAMAÑO DE BASIDIOS (cm)	PESO TOTAL (gr)	PESO BASIDIO (gr)	PORCENTAJE DE DEGRADACIÓN (%)	EFICIENCIA BIOLÓGICA (%)	TASA PRODUCTIVIDAD (%/día)	RENDIMIENTO (kg/t)
O-PA-1	07/03/2017	08/06/2017	19	93.00	438.00	23.05	48.65	21.90	0.24	219.00
O-PA-2	07/03/2017	08/06/2017	22	99.91	440.00	20.00	47.50	22.00	0.24	220.00
O-PA-3	07/03/2017	08/06/2017	20	90.80	435.00	21.75	49.50	21.75	0.23	217.50
O-PA-4	07/03/2017	08/06/2017	21	99.29	429.00	20.43	47.75	21.45	0.23	214.50
O-PA-5	07/03/2017	08/06/2017	21	89.57	477.00	22.71	49.30	23.85	0.26	238.50

**Anexo 6: *Pleurotus ostreatus*: RESULTADOS DE LOS PARÁMETROS EVALUADOS PARA EL TRATAMIENTO "AM" (AVENA 50% - MAÍZ 50%)**

CÓDIGO	FECHA DE SIEMBRA	FECHA DE ULTIMA COSECHA	Nº TOTAL DE BASIDIOS	TAMAÑO DE BASIDIOS (cm)	PESO TOTAL (gr)	PESO BASIDIO (gr)	PORCENTAJE DE DEGRADACIÓN (%)	EFICIENCIA BIOLÓGICA (%)	TASA PRODUCTIVIDAD (%/día)	RENDIMIENTO (kg/t)
O-AM-1	07/03/2017	08/06/2017	18	87.67	358.00	19.89	41.85	17.90	0.19	179.00
O-AM-2	07/03/2017	08/06/2017	16	86.19	347.00	21.69	42.00	17.35	0.19	173.50
O-AM-3	07/03/2017	08/06/2017	17	83.00	340.00	20.00	42.75	17.00	0.18	170.00
O-AM-4	07/03/2017	08/06/2017	15	99.53	359.00	23.93	42.50	17.95	0.19	179.50
O-AM-5	07/03/2017	08/06/2017	17	89.00	355.00	20.88	42.75	17.75	0.19	177.50

**Anexo 7: *Pleurotus djamor*: RESULTADOS DE LOS PARÁMETROS EVALUADOS PARA EL TRATAMIENTO "A" (AVENA 100%)**

CÓDIGO	FECHA DE SIEMBRA	FECHA DE ULTIMA COSECHA	Nº TOTAL DE BASIDIOS	TAMAÑO DE BASIDIOS (cm)	PESO TOTAL (gr)	PESO BASIDIO (gr)	PORCENTAJE DE DEGRADACIÓN (%)	EFICIENCIA BIOLÓGICA (%)	TASA PRODUCTIVIDAD (%/día)	RENDIMIENTO (kg/t)
D-A-1	07/03/2017	08/06/2017	21	90.67	284.00	13.52	37.70	14.20	0.15	142.00
D-A-2	07/03/2017	08/06/2017	19	90.68	258.00	13.58	33.00	12.90	0.14	129.00
D-A-3	07/03/2017	08/06/2017	20	90.15	279.00	13.95	35.00	13.95	0.15	139.50
D-A-4	07/03/2017	08/06/2017	21	92.24	287.00	13.67	36.00	14.35	0.15	143.50
D-A-5	07/03/2017	08/06/2017	19	89.21	272.00	14.32	33.50	13.60	0.15	136.00

**Anexo 8: *Pleurotus djamor*: RESULTADOS DE LOS PARÁMETROS EVALUADOS PARA EL TRATAMIENTO "P" (PAPA 100%)**

CÓDIGO	FECHA DE SIEMBRA	FECHA DE ULTIMA COSECHA	Nº TOTAL DE BASIDIOS	TAMAÑO DE BASIDIOS (cm)	PESO TOTAL (gr)	PESO BASIDIO (gr)	PORCENTAJE DE DEGRADACIÓN (%)	EFICIENCIA BIOLÓGICA (%)	TASA PRODUCTIVIDAD (%/día)	RENDIMIENTO (kg/t)
D-P-1	07/03/2017	08/06/2017	30	85.60	387.00	12.90	36.20	19.35	0.21	193.50
D-P-2	07/03/2017	08/06/2017	30	88.47	371.00	12.37	36.50	18.55	0.20	185.50
D-P-3	07/03/2017	08/06/2017	29	89.76	372.00	12.83	35.00	18.60	0.20	186.00
D-P-4	07/03/2017	08/06/2017	28	86.07	310.00	11.07	34.50	15.50	0.17	155.00
D-P-5	07/03/2017	08/06/2017	31	88.03	376.00	12.13	37.50	18.80	0.20	188.00

**Anexo 9: *Pleurotus djamor*: RESULTADOS DE LOS PARÁMETROS EVALUADOS PARA EL TRATAMIENTO "M" (MAÍZ 100%)**

CÓDIGO	FECHA DE SIEMBRA	FECHA DE ULTIMA COSECHA	Nº TOTAL DE BASIDIOS	TAMAÑO DE BASIDIOS (cm)	PESO TOTAL (gr)	PESO BASIDIO (gr)	PORCENTAJE DE DEGRADACIÓN (%)	EFICIENCIA BIOLÓGICA (%)	TASA PRODUCTIVIDAD (%/día)	RENDIMIENTO (kg/t)
D-M-1	07/03/2017	08/06/2017	30	94.57	333.00	11.10	35.50	16.65	0.18	166.50
D-M-2	07/03/2017	08/06/2017	28	94.75	319.00	11.39	37.50	15.95	0.17	159.50
D-M-3	07/03/2017	08/06/2017	27	88.19	310.00	11.48	33.05	15.50	0.17	155.00
D-M-4	07/03/2017	08/06/2017	27	90.96	323.00	11.96	40.00	16.15	0.17	161.50
D-M-5	07/03/2017	08/06/2017	29	89.48	313.00	10.79	35.00	15.65	0.17	156.50

**Anexo 10: *Pleurotus djamor*: RESULTADOS DE LOS PARÁMETROS EVALUADOS PARA EL TRATAMIENTO "MP" (MAÍZ 50% - PAPA 50%)**

CÓDIGO	FECHA DE SIEMBRA	FECHA DE ULTIMA COSECHA	Nº TOTAL DE BASIDIOS	TAMAÑO DE BASIDIOS (cm)	PESO TOTAL (gr)	PESO BASIDIO (gr)	PORCENTAJE DE DEGRADACIÓN (%)	EFICIENCIA BIOLÓGICA (%)	TASA PRODUCTIVIDAD (%/día)	RENDIMIENTO (kg/t)
D-MP-1	07/03/2017	08/06/2017	33	83.24	386.00	11.70	39.00	19.30	0.21	193.00
D-MP-2	07/03/2017	08/06/2017	32	82.25	382.00	11.94	40.00	19.10	0.21	191.00
D-MP-3	07/03/2017	08/06/2017	33	85.09	385.00	11.67	36.50	19.25	0.21	192.50
D-MP-4	07/03/2017	08/06/2017	31	80.42	386.00	12.45	36.65	19.30	0.21	193.00
D-MP-5	07/03/2017	08/06/2017	30	82.20	384.00	12.80	38.00	19.20	0.21	192.00

**Anexo 11: *Pleurotus djamor*: RESULTADOS DE LOS PARÁMETROS EVALUADOS PARA EL TRATAMIENTO "PA" (PAPA 50% - AVENA 50%)**

CÓDIGO	FECHA DE SIEMBRA	FECHA DE ULTIMA COSECHA	Nº TOTAL DE BASIDIOS	TAMAÑO DE BASIDIOS (cm)	PESO TOTAL (gr)	PESO BASIDIO (gr)	PORCENTAJE DE DEGRADACIÓN (%)	EFICIENCIA BIOLÓGICA (%)	TASA PRODUCTIVIDAD (%/día)	RENDIMIENTO (kg/t)
D-PA-1	07/03/2017	08/06/2017	29	89.59	390.00	13.45	42.25	19.50	0.21	195.00
D-PA-2	07/03/2017	08/06/2017	30	93.17	384.00	12.80	43.20	19.20	0.21	192.00
D-PA-3	07/03/2017	08/06/2017	33	96.82	402.00	12.18	45.05	20.10	0.22	201.00
D-PA-4	07/03/2017	08/06/2017	32	94.88	410.00	12.81	40.05	20.50	0.22	205.00
D-PA-5	07/03/2017	08/06/2017	32	96.13	405.00	12.66	41.70	20.25	0.22	202.50

**Anexo 12: *Pleurotus djamor*: RESULTADOS DE LOS PARÁMETROS EVALUADOS PARA EL TRATAMIENTO "AM" (AVENA 50% - MAÍZ 50%)**

CÓDIGO	FECHA DE SIEMBRA	FECHA DE ULTIMA COSECHA	Nº TOTAL DE BASIDIOS	TAMAÑO DE BASIDIOS (cm)	PESO TOTAL (gr)	PESO BASIDIO (gr)	PORCENTAJE DE DEGRADACIÓN (%)	EFICIENCIA BIOLÓGICA (%)	TASA PRODUCTIVIDAD (%/día)	RENDIMIENTO (kg/t)
D-AM-1	07/03/2017	08/06/2017	24	80.08	292.00	12.17	95.83	14.60	0.16	146.00
D-AM-2	07/03/2017	08/06/2017	26	87.08	335.00	12.88	96.15	16.75	0.18	167.50
D-AM-3	07/03/2017	08/06/2017	24	89.46	325.00	13.54	95.83	16.25	0.17	162.50
D-AM-4	07/03/2017	08/06/2017	25	89.36	333.00	13.32	96.00	16.65	0.18	166.50
D-AM-5	07/03/2017	08/06/2017	24	79.25	299.00	12.46	95.83	14.95	0.16	149.50

**Anexo 13: *Pleurotus eryngii*: RESULTADOS DE LOS PARÁMETROS EVALUADOS PARA EL TRATAMIENTO "A" (AVENA 100%)**

CÓDIGO	FECHA DE SIEMBRA	FECHA DE ULTIMA COSECHA	Nº TOTAL DE BASIDIOS	TAMAÑO DE BASIDIOS (cm)	PESO TOTAL (gr)	PESO BASIDIO (gr)	PORCENTAJE DE DEGRADACIÓN (%)	EFICIENCIA BIOLÓGICA (%)	TASA PRODUCTIVIDAD (%/día)	RENDIMIENTO (kg/t)
E-A-1	07/03/2017	08/06/2017	8	63.25	185.00	23.13	50.00	18.50	0.20	185.00
E-A-2	07/03/2017	08/06/2017	7	64.43	175.00	25.00	46.00	17.50	0.19	175.00
E-A-3	07/03/2017	08/06/2017	9	65.00	184.00	20.44	52.30	18.40	0.20	184.00
E-A-4	07/03/2017	08/06/2017	7	66.43	176.00	25.14	54.00	17.60	0.19	176.00
E-A-5	07/03/2017	08/06/2017	7	62.71	182.00	26.00	56.00	18.20	0.20	182.00

**Anexo 14: *Pleurotus eryngii*: RESULTADOS DE LOS PARÁMETROS EVALUADOS PARA EL TRATAMIENTO "P" (PAPA 100%)**

CÓDIGO	FECHA DE SIEMBRA	FECHA DE ULTIMA COSECHA	Nº TOTAL DE BASIDIOS	TAMAÑO DE BASIDIOS (cm)	PESO TOTAL (gr)	PESO BASIDIO (gr)	PORCENTAJE DE DEGRADACIÓN (%)	EFICIENCIA BIOLÓGICA (%)	TASA PRODUCTIVIDAD (%/día)	RENDIMIENTO (kg/t)
E-P-1	07/03/2017	08/06/2017	7	112.43	131.00	18.71	35.00	13.10	0.14	131.00
E-P-2	07/03/2017	08/06/2017	6	120.33	133.00	22.17	40.00	13.30	0.14	133.00
E-P-3	07/03/2017	08/06/2017	6	117.33	139.00	23.17	30.00	13.90	0.15	139.00
E-P-4	07/03/2017	08/06/2017	7	108.43	133.00	19.00	35.00	13.30	0.14	133.00
E-P-5	07/03/2017	08/06/2017	6	117.50	138.00	23.00	31.00	13.80	0.15	138.00

**Anexo 15: *Pleurotus eryngii*: RESULTADOS DE LOS PARÁMETROS EVALUADOS PARA EL TRATAMIENTO "M" (MAÍZ 100%)**

CÓDIGO	FECHA DE SIEMBRA	FECHA DE ULTIMA COSECHA	Nº TOTAL DE BASIDIOS	TAMAÑO DE BASIDIOS (cm)	PESO TOTAL (gr)	PESO BASIDIO (gr)	PORCENTAJE DE DEGRADACIÓN (%)	EFICIENCIA BIOLÓGICA (%)	TASA PRODUCTIVIDAD (%/día)	RENDIMIENTO (kg/t)
E-M-1	07/03/2017	08/06/2017	7	66.86	173.00	24.71	30.00	17.30	0.19	173.00
E-M-2	07/03/2017	08/06/2017	7	76.57	170.00	24.29	22.00	17.00	0.18	170.00
E-M-3	07/03/2017	08/06/2017	8	63.75	172.00	21.50	26.00	17.20	0.18	172.00
E-M-4	07/03/2017	08/06/2017	7	88.57	171.00	24.43	20.00	17.10	0.18	171.00
E-M-5	07/03/2017	08/06/2017	7	68.29	175.00	25.00	30.00	17.50	0.19	175.00

**Anexo 16: *Pleurotus eryngii*: RESULTADOS DE LOS PARÁMETROS EVALUADOS PARA EL TRATAMIENTO "MP" (MAÍZ 50% - PAPA 50%)**

CÓDIGO	FECHA DE SIEMBRA	FECHA DE ULTIMA COSECHA	Nº TOTAL DE BASIDIOS	TAMAÑO DE BASIDIOS (cm)	PESO TOTAL (gr)	PESO BASIDIO (gr)	PORCENTAJE DE DEGRADACIÓN (%)	EFICIENCIA BIOLÓGICA (%)	TASA PRODUCTIVIDAD (%/día)	RENDIMIENTO (kg/t)
E-MP-1	07/03/2017	08/06/2017	7	109.43	147.00	21.00	23.10	14.70	0.16	147.00
E-MP-2	07/03/2017	08/06/2017	7	122.43	155.00	22.14	24.00	15.50	0.17	155.00
E-MP-3	07/03/2017	08/06/2017	7	100.00	158.00	22.57	28.50	15.80	0.17	158.00
E-MP-4	07/03/2017	08/06/2017	6	113.17	149.00	24.83	22.00	14.90	0.16	149.00
E-MP-5	07/03/2017	08/06/2017	6	128.00	149.00	24.83	18.70	14.90	0.16	149.00

**Anexo 17: *Pleurotus eryngii*: RESULTADOS DE LOS PARÁMETROS EVALUADOS PARA EL TRATAMIENTO "PA" (PAPA 50% - AVENA 50%)**

CÓDIGO	FECHA DE SIEMBRA	FECHA DE ULTIMA COSECHA	Nº TOTAL DE BASIDIOS	TAMAÑO DE BASIDIOS (cm)	PESO TOTAL (gr)	PESO BASIDIO (gr)	PORCENTAJE DE DEGRADACIÓN (%)	EFICIENCIA BIOLÓGICA (%)	TASA PRODUCTIVIDAD (%/día)	RENDIMIENTO (kg/t)
E-PA-1	07/03/2017	08/06/2017	7	82.29	183.00	26.14	26.00	18.30	0.20	183.00
E-PA-2	07/03/2017	08/06/2017	7	75.14	181.00	25.86	22.00	18.10	0.19	181.00
E-PA-3	07/03/2017	08/06/2017	7	65.14	186.00	26.57	29.90	18.60	0.20	186.00
E-PA-4	07/03/2017	08/06/2017	7	74.00	181.00	25.86	34.00	18.10	0.19	181.00
E-PA-5	07/03/2017	08/06/2017	9	60.44	185.00	20.56	36.00	18.50	0.20	185.00

**Anexo 18: *Pleurotus eryngii*: RESULTADOS DE LOS PARÁMETROS EVALUADOS PARA EL TRATAMIENTO "AM" (AVENA 50% - MAIZ 50%)**

CÓDIGO	FECHA DE SIEMBRA	FECHA DE ULTIMA COSECHA	Nº TOTAL DE BASIDIOS	TAMAÑO DE BASIDIOS (cm)	PESO TOTAL (gr)	PESO BASIDIO (gr)	PORCENTAJE DE DEGRADACIÓN (%)	EFICIENCIA BIOLÓGICA (%)	TASA PRODUCTIVIDAD (%/día)	RENDIMIENTO (kg/t)
E-AM-1	07/03/2017	08/06/2017	7	113.57	175.00	25.00	40.50	17.50	0.19	175.00
E-AM-2	07/03/2017	08/06/2017	6	107.33	176.00	29.33	46.00	17.60	0.19	176.00
E-AM-3	07/03/2017	08/06/2017	6	93.33	179.00	29.83	42.00	17.90	0.19	179.00
E-AM-4	07/03/2017	08/06/2017	6	106.33	180.00	30.00	36.00	18.00	0.19	180.00
E-AM-5	07/03/2017	08/06/2017	6	115.33	174.00	29.00	32.00	17.40	0.19	174.00

## Anexo 19: PANEL FOTOGRÁFICO

Fotografía 1: Desinfección con cal de rastrojo de Maíz (Zea maíz)



Fotografía 2: Esterilización de los sustratos.



**Fotografía 3: Siembra de *Pleurotus ostreatus* en rastrojo de avena (*Avena sativa*)**



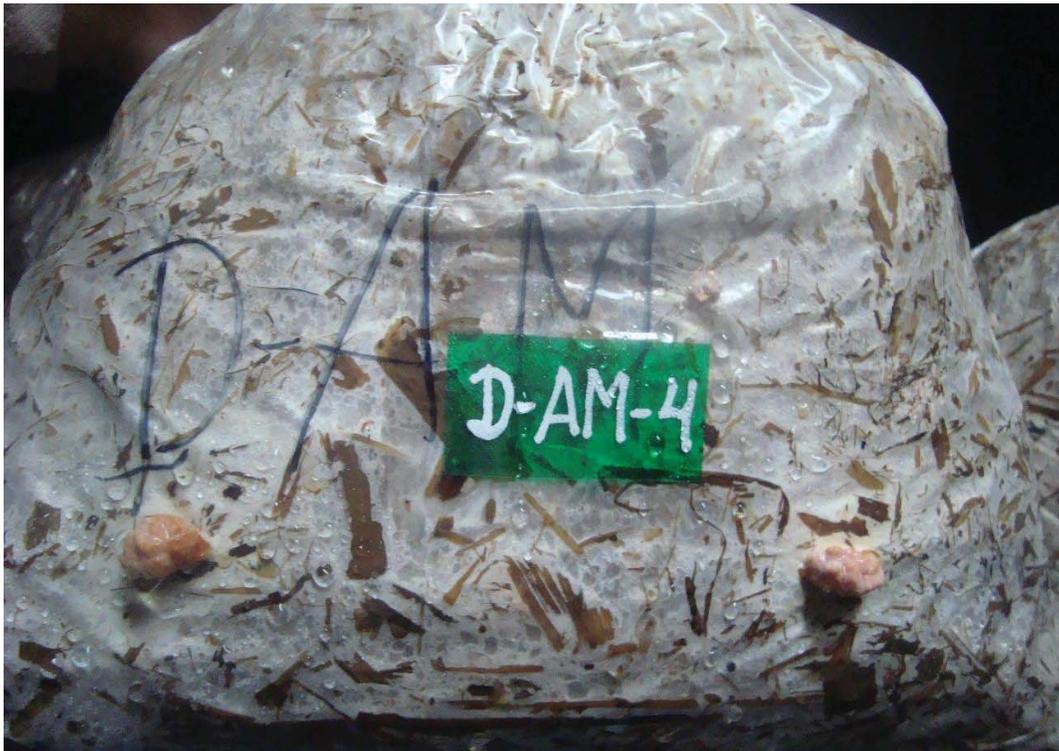
**Fotografía 4: Bolsas de *P. ostreatus*, *P. djamor* y *P. eryngii* después de la siembra.**



**Fotografía 5: Crecimiento del micelio de *P. ostreatus* en rastrojo de maíz y papa (50% - 50%)**



**Fotografía 6: Crecimiento del micelio y primeros brotes de *P. djamor* en rastrojo de avena y maíz (50% - 50%)**



Fotografía 7: Primeros brotes de *P. eryngii* en bolsas de sustratos de maíz (*Zea mayz*)



Fotografía 8: Brotes de *Pleurotus ostreatus* en rastrojo de maíz y papa



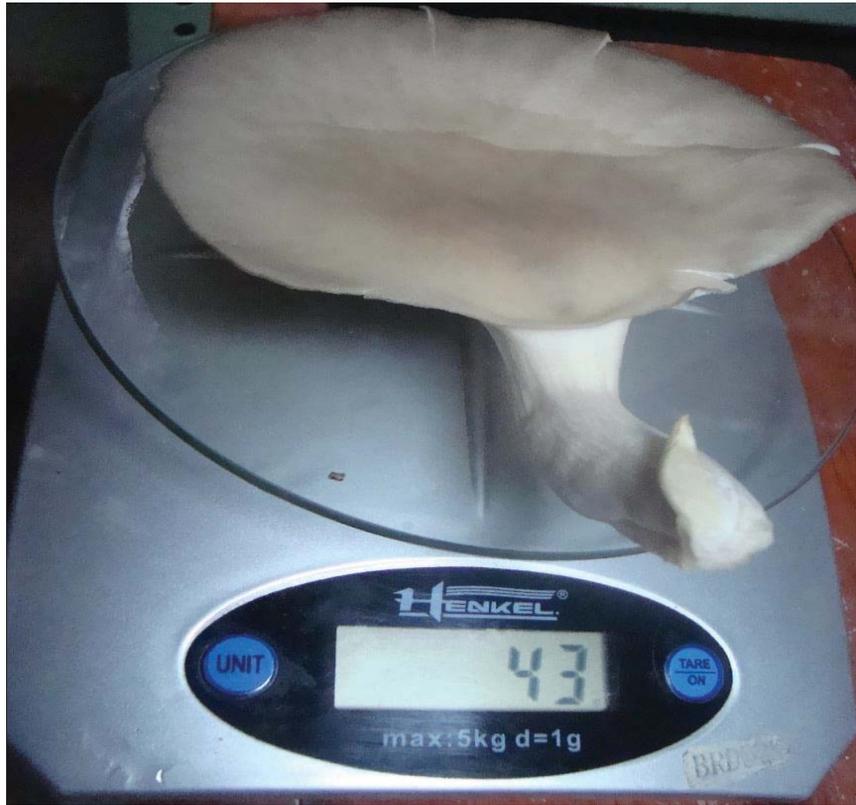
Fotografía 9: *Pleurotus djamor* en rastrojo de papa y avena (50% - 50%) en crecimiento previo a la cosecha



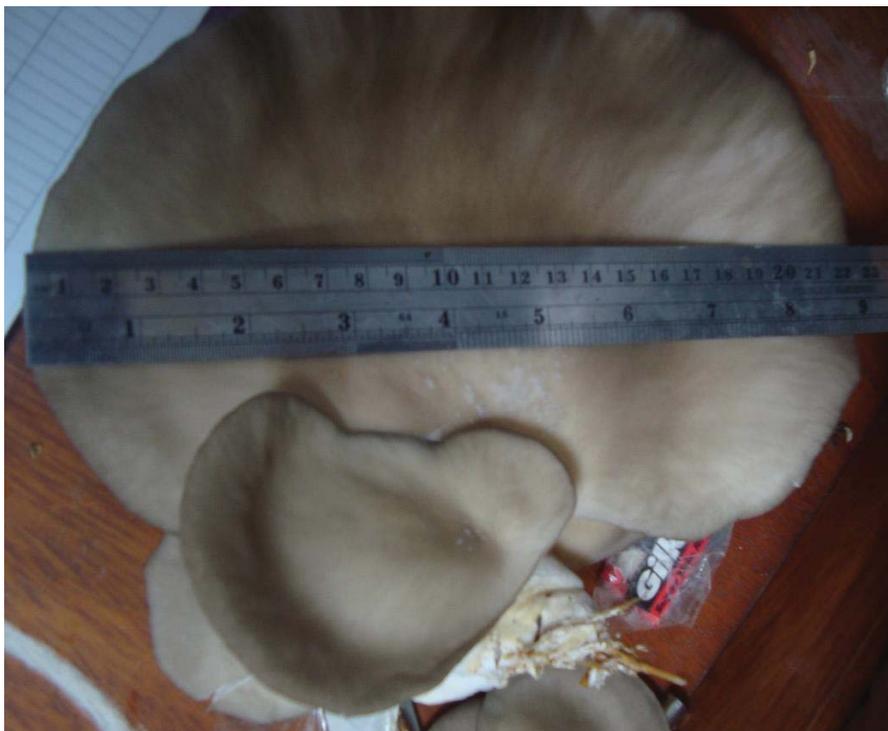
Fotografía 10: *Pleurotus eryngii* en rastrojo de papa en crecimiento previo a la cosecha



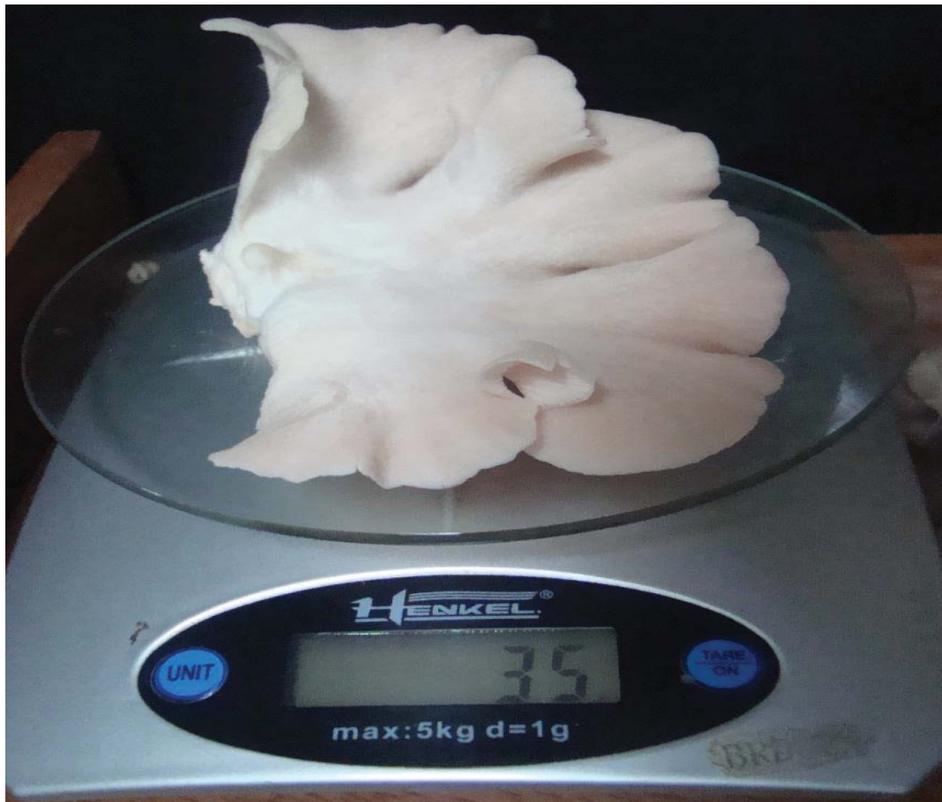
Fotografía 11: *Pleurotus ostreatus*: Evaluación de peso unitario de basidiocarpo por unidad experimental



Fotografía 12: *Pleurotus ostreatus*: Evaluación de diámetro del basidiocarpo al cosechar por unidad experimental



Fotografía 13: *Pleurotus djamor*: Evaluación de peso unitario de basidiocarpo por unidad experimental



Fotografía 14: *Pleurotus djamor*: Evaluación de diámetro del basidiocarpo al cosechar por unidad experimental



Fotografía 15: *Pleurotus eryngii*: Evaluación de peso unitario de basidiocarpio por unidad experimental



Fotografía 16: *Pleurotus eryngii*: Evaluación de diámetro del basidiocarpio al cosechar por unidad experimental

