

EVALUACIÓN DEL CRECIMIENTO DE *Pleurotus pulmonarius* y *Pleurotus ostreatus* EN DOS SUSTRATOS BAJO CONDICIONES NATURALES EN LA GRANJA EL HANGAR DEL MUNICIPIO DE PIEDECUESTA (SANTANDER)

NANCY AGUILAR VILLAMIZAR



UNIVERSIDAD INDUSTRIAL DE SANTANDER  
FACULTAD DE PRODUCCIÓN AGROINDUSTRIAL  
INPRED-UIS  
BUCARAMANGA  
2012

EVALUACIÓN DEL CRECIMIENTO DE *Pleurotus pulmonarius* y *Pleurotus ostreatus* EN DOS SUSTRATOS BAJO CONDICIONES NATURALES EN LA GRANJA EL HANGAR DEL MUNICIPIO DE PIEDECUESTA (SANTANDER)

NANCY AGUILAR VILLAMIZAR

Proyecto de grado para optar al título de  
Profesional en Producción Agroindustrial

JORGE LIBARDO PINTO  
Ingeniero Agrónomo - M.Sc. Entomología  
Tutor

UNIVERSIDAD INDUSTRIAL DE SANTANDER  
FACULTAD DE PRODUCCIÓN AGROINDUSTRIAL  
INPRED-UIS  
BUCARAMANGA  
2012

## **AGRADECIMIENTOS**

Agradezco a Dios por la oportunidad que me dio de poder pagar mi estudio para lograr una de las metas que me he propuesto en mi vida.

A mi familia por su apoyo incondicional porque este triunfo no es sólo mío si no de ellos también.

A dos grandes amigos de la UIS, Leyla L Amaya y Sergio Muñoz Ballesteros por su apoyo incondicional.

A mis profesores de la UIS por enseñarme en cada semestre y enriquecerme con todo sus conocimientos, también a Carlos Aníbal Velasco y Iván Darío Porras en su calidad de coordinadores en el INPRED.

Agradezco a la profesora Luz Elena Ruiz por sus aportes como directora del anteproyecto.

Gracias a mi director de proyecto Jorge Libardo Pinto, a los evaluadores Pablo Arturo Moreno y Alfonso Díaz.

Un Agradecimiento al Decano de la Facultad de Ciencias Exactas, Físicas y Naturales de la UDES, Doctor Álvaro García por permitirme trabajar y estudiar para alcanzar esta meta, igualmente a los profesores Pedro E. Patiño, Eliana Ximena Narváez y Martha Roció Chacón.

A los profesores de la UDES Edwin Mendoza y Carlos Bautista de la Facultad de Ciencias Exactas, Físicas y Naturales.

A tres grandes amigas de la UDES y compañeras de trabajo Esmeralda Alvarado, Aracely Rodríguez y Alejandra Catalina Ortiz por su apoyo incondicional.

A mi amiga Natali Rueda Chacón por su apoyo incondicional

## GLOSARIO

**HONGO:** están formados por el micelio que hay en el suelo y el cuerpo fructífero que crece por encima de la superficie. Se trata de plantas sin clorofila.

**PLEUROTUS:** es un género de setas con el himenio laminado que incluye a algunas especies comestibles de gran interés comercial, como el champiñón ostra (*P. ostreatus*) o la seta de cardo (*P. pulmonarius*).

**COMPOSTAJE:** proceso de producción de abono orgánico o compost, a través de la descomposición controlada de sustancias orgánicas generalmente provenientes de desechos orgánicos como alimentos, restos de cosechas y desechos animales.

**CARPÓFORO:** cuerpo fructífero de los hongos superiores.

**CELULOSA:** es un polisacárido compuesto exclusivamente de moléculas de glucosa; es pues un homopolisacárido (compuesto por un sólo tipo de monosacárido); es rígido, insoluble en agua, y contiene desde varios cientos hasta varios miles de unidades de  $\beta$ -glucosa.

**ESPORA:** estructura reproductiva muy resistente que producen de manera asexual numerosas algas, hongos y plantas a fin de dispersar su prole.

**FISIOPATOLOGÍA:** es el estudio de los procesos patológicos (enfermedades), físicos y químicos que tienen lugar en los organismos vivos durante la realización de sus funciones vitales.

**SIEMBRA:** consiste en poner en contacto la semilla de setas (micelio comercial) con el sustrato preparado. Esta operación se realiza añadiendo entre un 2 y un 5 % de semilla al sustrato a la vez que todo ello se envasa en

bolsas de plástico agujereadas. La siembra debe practicarse con mucha limpieza para no contaminar los sustratos.

**INCUBACIÓN:** se denomina incubadora a dispositivos de diferente tipo que tienen la función común de crear un ambiente con la humedad y temperatura adecuadas para el crecimiento o reproducción de seres vivos.

**INOCULACIÓN:** es el período de tiempo que tarda la semilla en colonizar todo el sustrato. Dependiendo de la especie y de la temperatura del local este período de tiempo puede oscilar entre los 12 y 60 días para sustratos triturados y entre los 3 y 9 meses para los sustratos leñosos no triturados. El local de incubación debe tener mucha humedad, algo ventilado y bastante caliente (normalmente de 20 a 25° C).

**PRODUCCIÓN:** cuando los sustratos estén bien invadidos se llevan al local de producción, allí la temperatura debe ser más baja, el grado de humedad relativa del aire muy elevado, debe estar muy bien ventilado y con una iluminación normalmente escasa.

**MORFOLOGIA:** parte de la biología que estudia la forma de los seres vivos y las transformaciones que experimentan.

**MUESTRA:** número determinado de elementos que representan el número total de la población o universo a estudiar.

**MUESTREO:** técnica estadística que consiste en determinar a través de una fórmula, un número de elementos (muestra) representativo de la población o universo a estudiar, de modo que se pueda obtener información precisa, sin necesidad de tener que estudiar a todos los elementos que conforman la población o universo.

**REQUERIMIENTO:** es la cantidad promedio de un nutriente que necesita el organismo sano para realizar adecuadamente sus funciones.

INNOVACIÓN: es la aplicación de nuevas ideas, conceptos, productos, servicios y prácticas, con la intención de ser útiles para el incremento de la productividad.

## CONTENIDO

INTRODUCCIÓN .....	16
1. PROBLEMA DE INVESTIGACION .....	17
1.1 DESCRIPCIÓN DEL PROBLEMA .....	17
1.2 JUSTIFICACIÓN .....	17
1.3 OBJETIVOS .....	18
1.3.1 Objetivo General .....	18
1.3.2 Objetivos específicos .....	18
1.4 HIPÓTESIS .....	19
2. MARCO DE REFERENCIA.....	20
2.1 MARCO CONTEXTUAL .....	20
2.1.1 Antecedentes .....	20
2.1.2 Generalidades.....	20
2.1.2.1 Manejo del sustrato.....	20
2.1.2.2 ¿Qué es un hongo comestible? .....	22
2.1.2.3. <i>Pleurotus Ostreatus</i> .....	25
2.5.3 <i>Pleurotus Pulmonarius</i> .....	32
2.2 MARCO CONTEXTUAL .....	36
2.2.1 Municipio de Piedecuesta (Santander). .....	36
2.4 MARCO LEGAL .....	38
2.4.1 Características de la calidad del hongo <i>Pleurotus</i> .....	38
3. DISEÑO METODOLOGICO.....	39
3.1 TIPO DE ESTUDIO.....	39
3.1.1 Población .....	39
3.1.1.1 Localización geográfica.....	39
3.1.1.2 Muestra .....	40
3.1.2 Variables de estudio .....	40
3.2 METODOLOGÍA .....	41
3.2.2 Evaluación de las variables dependientes .....	46

3.2.2.1 Análisis de desarrollo y crecimiento de los cuerpos fructíferos o carpóforos en cada uno de los sustratos estudiados.....	46
3.2.2.2 Análisis del tiempo de corrida del micelio <i>P. pulmonarius</i> y <i>P. ostreatus</i> en cada uno de los sustratos estudiados.....	47
3.2.2.3 Análisis de condiciones climáticas temperatura y humedad relativa del sitio donde se desarrolló el trabajo. ....	47
4. RESULTADOS Y DISCUSIÓN .....	48
4.1 ANÁLISIS DEL DESARROLLO Y CRECIMIENTO DE LOS CUERPOS FRUCTÍFEROS O CARPÓFOROS EN LOS DIFERENTES SUSTRATOS ESTUDIADOS.....	48
4.1.1 Análisis del desarrollo y crecimiento de los cuerpos fructíferos o carpóforos de <i>P. pulmonarius</i> en los diferentes sustratos estudiados. ....	48
4.1.2 Análisis del desarrollo y crecimiento de los cuerpos fructíferos ó carpóforos de <i>P. ostreatus</i> en los diferentes sustratos estudiados.....	51
4.1.3 Análisis del tiempo de corrida del micelio <i>P. pulmonarius</i> y <i>P. ostreatus</i> en cada uno de los sustratos estudiados.....	54
4.1.4 Análisis del desarrollo y crecimiento de los cuerpos fructíferos ó carpóforos de <i>P. ostreatus</i> en los diferentes sustratos estudiados y su relación con los factores climáticos Temperatura y humedad relativa. ....	56
CONCLUSIONES .....	59
RECOMENDACIONES.....	61
BIBLIOGRAFÍA.....	62

## LISTA DE TABLAS

Figura 1. Partes del hongo <i>P. ostreatus</i> .....	23
Figura 2. Forma de crecimiento de los hongos.....	23
Figura 3. <i>P. ostreatus</i> en su hábitat. ....	25
Figura 4. <i>P. pulmonarius</i> en su hábitat .....	32
Figura 5. Mapa de Piedecuesta municipio del departamento de Santander. Localización de Piedecuesta Santander .....	37
Figura 6. Municipio de Piedecuesta Santander. Mapa de Piedecuesta Santander. ....	37
Figura 7. Municipio de Piedecuesta Santander. División Política .....	38
Figura 8. Localización geográfica de la Granja Educativa UIS “El Hangar” Piedecuesta, Santander.....	40
Figura 9. Instalación de los hongos comestibles.....	41
Figura 10 .Crecimiento y desarrollo del micelio y los cuerpos fructíferos ó .....	50
Figura 11. Cuerpos fructíferos de <i>P. pulmonarius</i> en los diferentes sustratos estudiados: T <sub>1</sub> Salvado de trigo, T <sub>2</sub> hoja o capacho de maíz, T <sub>3</sub> aserrín de madera.....	51
Figura 12. Cuerpos fructíferos de <i>Pleurotus ostreatus</i> en los diferentes sustratos estudiados: T <sub>1</sub> Salvado de trigo, T <sub>2</sub> hoja o capacho de maíz, T <sub>3</sub> aserrín de madera.....	53
Figura 13. Promedio de crecimiento y desarrollo del micelio y los cuerpos fructíferos ó carpóforos de <i>Pleurotus ostreatus</i> en los diferentes sustratos.....	53
Figura 14. Evaluación del crecimiento del micelio de <i>P. pulmonarius</i> y <i>P.</i> <i>ostreatus</i> en el sustrato Hoja de Maíz ( H-M ) durante el tiempo de observación.....	54
Figura 15. Evaluación del crecimiento del micelio de <i>P. pulmonarius</i> y <i>P.</i> <i>ostreatus</i> en el sustrato salvado de trigo (S-T ) durante el tiempo de observación.....	55
Figura 16. Relación de la temperatura y humedad relativa en el crecimiento de los hongos de <i>P. pulmonarius</i> y <i>P. ostreatus</i> en el sustrato Hoja de Maíz. ....	57

Figura 17. Relación de la temperatura y humedad relativa en el crecimiento de los hongos de *P. pulmonarius* y *P. ostreatus* en el sustrato de salvado de trigo.....58

## LISTA DE FIGURAS

Tabla 1. Requerimientos físicos para el cultivo de hongos <i>P. ostreatus</i> .....	28
Tabla 2. Requerimientos físicos para el cultivo de hongos <i>Pleurotus pulmonarius</i> .....	34
Tabla 3. Formulación del sustrato para el cultivo de <i>P. ostreatus</i> .....	43
Tabla 4. Procedimiento de cultivo para las dos clases de hongos comestibles estudiados. ....	44
Tabla 5. Promedio de crecimiento y desarrollo del micelio y los cuerpos fructíferos ó carpóforos de <i>P. pulmonarius</i> en los diferentes sustratos estudiados. Granja Educativa Experimental El Hangar- Piedecuesta- 2011. ....	49
Tabla 6. Promedio de crecimiento y desarrollo del micelio y los cuerpos fructíferos ó carpóforos de <i>Pleurotus ostreatus</i> en los diferentes sustratos estudiados. Granja Educativa Experimental El Hangar- Piedecuesta- 2011. ...	52

## RESUMEN

### TITULO:

EVALUACIÓN DEL CRECIMIENTO DE *Pleurotus pulmonarius* y *Pleurotus ostreatus* EN DOS SUSTRATOS BAJO CONDICIONES NATURALES EN LA GRANJA EL HANGAR DEL MUNICIPIO DE PIEDECUESTA (SANTANDER)\*

### AUTOR:

AGUILAR Villamizar Nancy \*\*

### PALABRAS CLAVES:

Carpóforos, Fructificación, *P. ostreatus*, *P. pulmonarius*, sustratos.

DESCRIPCIÓN: se llevó a cabo la evaluación del cultivo de *P. ostreatus* y *P. pulmonarius*, se determinaron los sustratos orgánicos sobre los cuales estos hongos generan mejor crecimiento y desarrollo, los cuales (Hoja de maíz, salvado de trigo y aserrín), el sustrato control fue el aserrín de madera. Las mezclas a evaluar fueron empacadas en bolsas de 1.5 Kg de volumen de mezcla de sustrato, del cual el 98% fue sustrato orgánico. Posteriormente se esterilizaron e inocularon con 30gr de semillas de *P. ostreatus* y *P. pulmonarius* adquiridas comercialmente y posteriormente estas bolsas fueron colgadas en un área de la granja el hangar del municipio de Piedecuesta (Santander) bajo condiciones naturales, se llevó registro de toma de datos cada 7 días del crecimiento y desarrollo de estas dos clase de hongos comestibles. Se evaluó el tiempo de corrida del micelio, el diámetro, largo y ancho de los carpóforos. Se evaluó el efecto de la temperatura y humedad relativa sobre el desarrollo de cada uno de las especies de hongos utilizados. El mejor sustrato para el crecimiento y producción de *P. ostreatus* y *P. pulmonarius* fue la hoja o capacho de la mazorca del maíz, en un período total de producción de cosecha 56 días desde la inoculación con excelentes características organolépticas, considerándose así un sustrato adecuado y eficiente para el cultivo de estos hongo.

La producción de hongos representa una alternativa para el desarrollo de nuevas áreas de producción, siendo una importante alternativa para la utilización de desechos ricos en lignocelulosa, material que representa cerca del 86% producido a nivel industrial el cual genera contaminación ambiental, dándole la posibilidad posterior de la utilización de estos desechos en forma de sustrato, como abono orgánico o para alimentación de rumiantes. Lo cual es una alternativa de cuidar nuestro medio ambiente.

\* Trabajo de Grado para optar el título de Profesional en Producción Agroindustrial

\*\* Director Libardo Pinto. Ingeniero Agrónomo. M.Sc. Entomología. Granja el Hangar del Municipio de Piedecuesta. Facultad de Producción Agroindustrial INSED.

## ABSTRACT

TITLE: Growth assessment of *Pleurotus ostreatus* and *Pleurotus pulmonarius* TWO SUBSTRATES UNDER NATURAL CONDITIONS IN THE FARM THE HANGAR Piedecuesta (SANTANDER)\*

AUTHOR:  
AGUILAR Villamiza Nancy \*\*

KEYWORDS:  
Sporocarps, Fruit, *P. ostreatus*, *P. pulmonarius*, substrates.

DESCRIPTION held assessment culture of *P. ostreatus* and *P. pulmonarius* were determined organic substrates on which these fungi produce better growth and development, which (corn husk, wheat bran and sawdust), the control substrate was sawdust. To evaluate blends were packed in bags of 1.5 kg of substrate mixture volume, which was 98% organic substrate. Subsequently, sterilized and inoculated with *P. ostreatus* seed 30gr and *P. pulmonarius* commercially acquired and subsequently these bags were hung in a farm area hangar Piedecuesta (Santander) under natural conditions, was making record data every 7 days of growth and development of these two kinds of mushrooms. We evaluated the running time of the mycelium, the diameter, length and width of the fruiting bodies. The effect of temperature and relative humidity on the development of each species of fungi used. The best substrate for the growth and production of *P. ostreatus* and *P. pulmonarius* was capacho leaf or corn on the cob, in a total period of 56 days crop production from inoculation with excellent organoleptic characteristics, and so be suitable and efficient substrate for the cultivation of these fungi.

Mushroom production is an alternative for the development of new production areas, to be an important alternative to the use of lignocellulosic waste rich in material that represents about 86% industrially produced which generates pollution, giving the possibility later the use of these wastes as substrate as organic fertilizer or feed for ruminants. Which is an alternative to save our environment.

\* Work Degree to qualify the title of Agroindustrial Production Professional Libardo \*\* Director Pinto. Agronomist. M.Sc. Entomology. Hangar Farm Piedecuesta Township. Agroindustrial Production Faculty INSED.

## INTRODUCCIÓN

Los hongos actualmente son de interés mundial por sus atributos nutricionales, medicinales y por el alto potencial en contenido de sustancias bioactivas con diversos usos industriales, tales como materiales para la elaboración de medicamentos, productos para la industria como en la fabricación de detergentes, curtiembres, en la industria alimentaria y como actores en procesos de biorremediación (Chang & Miles, 2004).

El desarrollo de la producción industrial de hongos tropicales comestibles, como *Pleurotus sp.* Es especialmente importante para América Latina, incluyendo Colombia, ya que la creciente demanda de consumo por parte de la población en algunos casos no puede ser cubierta por la producción doméstica, perdiéndose los mercados potencialmente buenos y con proyección de crecimiento. La producción de hongos representa una alternativa para el desarrollo de nuevas áreas de producción, siendo una importante alternativa para la utilización de desechos ricos en lignocelulosa, material que representa cerca del 40% de la biomasa producida por la fotosíntesis y que no puede ser aprovechada en forma directa para la alimentación humana y animal, debido a su baja digestión.

El cultivo de los hongos representa una alternativa de bioconversión de estos desechos (Camacho 2003). De otro lado, los hongos comestibles colaboran al enriquecimiento de los substratos vegetales haciendo accesibles los carbohidratos, albúminas, fermentos, vitaminas y elementos minerales, ya que durante el crecimiento y desarrollo, el hongo degrada celulosa, hemicelulosa y lignina. Otro de los rasgos importantes del cultivo de hongos comestibles, es la posibilidad de la posterior utilización del sustrato agotado como abono orgánico o para alimentación de rumiantes (Putzke, López. M.1998).

## 1. PROBLEMA DE INVESTIGACION

### 1.1 DESCRIPCIÓN DEL PROBLEMA

En el mercado actual se está abriendo una gran demanda por los productos orgánicos y en gran forma por aquellos productos que tengan propiedades nutricionales inocuas que mejoren la calidad de vida de los consumidores. Por tal motivo en Colombia se están promoviendo campañas para la producción de hongos comestibles bajo condiciones controladas como también en medios naturales al ambiente que permitan además de nutrir a los miembros a las familias deriven fuentes de ingresos para su bienestar.

El desarrollo de la producción industrial de hongos tropicales comestibles, como *Pleurotus sp.* es especialmente importante para América Latina, incluyendo Colombia, ya que la creciente demanda de consumo por parte de la población en algunos casos no puede ser cubierta por la producción doméstica, perdiéndose los mercados potencialmente buenos y con proyección de crecimiento. La producción de hongos representa una alternativa para el desarrollo de nuevas áreas de producción, siendo una importante alternativa para la utilización de desechos ricos en lignocelulosa, material que representa cerca del 40% de la biomasa producida por la fotosíntesis y que no puede ser aprovechada en forma directa para la alimentación humana y animal, debido a su baja digestión.

### 1.2 JUSTIFICACIÓN

En Colombia algunas regiones tienen escasa tradición de cultural en el consumo de hongos comestibles, desconociendo sus propiedades nutricionales y medicinales. Las técnicas de cultivo en nuestro país son muy poco desarrolladas por falta de capacitación e información por lo cual el cultivo de hongos actualmente es considerado artesanal, asequible a pequeños y

medianos agricultores a partir de ciertos sustratos orgánicos que ellos pueden utilizar para el desarrollo y crecimiento de estas clases de hongos comestibles.

En el municipio de Piedecuesta (Santander) no se ha valorado el potencial ecológico, ambiental y económico de muchos residuos agrícolas o agroindustriales (aserrín producto de las fábricas de muebles, vástago de caña, residuos de café, maíz, plátano, pastos, gramíneas, y los residuos de las plazas de mercado), que se pueden usar para la fabricación de sustratos orgánicos en cultivos, debido a su abundancia en la región y el fácil acceso para la implementación en el cultivo de estas dos clases de hongos comestibles (*P. ostreatus* y *P. pulmonarius*).

El implementar el cultivo de estas dos clases de hongos en el municipio de Piedecuesta, generaría un gran aporte a la economía del país ya que se crearán empresas a nivel familiar y fuentes de empleo mejorando así la calidad de vida de nuestros agricultores.

### 1.3 OBJETIVOS

#### 1.3.1 Objetivo General

Evaluar el crecimiento de los hongos comestibles *Pleurotus pulmonarius* y *Pleurotus ostreatus* en dos sustratos en la Granja el Hangar del Municipio de Piedecuesta (Santander).

#### 1.3.2 Objetivos específicos

- Determinar el efecto de los sustratos hoja de maíz, salvado de trigo y aserrín en el crecimiento de los hongos comestibles *P. ostreatus*, *P. pulmonarius*.

- Evaluar el tiempo de corrido del micelio sobre los sustratos evaluados en el proceso de crecimiento de los hongos comestibles ***P. ostreatus***, ***P. pulmonarius***.
- Evaluar el efecto de la temperatura y humedad relativa sobre el crecimiento y desarrollo de los de los hongos comestibles ***P. ostreatus***, ***P. pulmonarius***.

#### 1.4 HIPÓTESIS

Los hongos comestibles ***P. ostreatus*** y ***P. pulmonarius*** presentan igual desarrollo y crecimiento cuando se cultivan en las tres clases de sustratos (hoja de maíz, salvado de trigo y aserrín).

Los hongos comestibles ***P. ostreatus*** y ***P. Pulmonarius*** presentan diferentes características de desarrollo y crecimiento cuando se cultivan en las tres clases de sustratos (hoja de maíz, salvado de trigo y aserrín).

## 2. MARCO DE REFERENCIA

### 2.1 MARCO CONCEPTUAL

#### 2.1.1 Antecedentes

El cultivo de hongos comestibles en el mundo es una actividad que se ha venido desarrollando desde tiempos muy antiguos especialmente desde el periodo EDO (1603 a 1868) en el Japón. En Colombia se han cultivado para abastecer el mercado interno y un excedente de exportación. En la década de los 90, el cultivo de hongos del género *Pleurotus* pasó de la investigación básica a ensayos de industrialización del cultivo en desechos agroindustriales como alternativa de uso de subproductos orgánicos, sin embargo, su producción masiva y su comercialización son temas que apenas comienzan.

#### 2.1.2 Generalidades

2.1.2.1 Manejo del sustrato. García (2003) y Miles y Chang (1997), tomaron los residuos y los seleccionaron para someterlos a un proceso de secado mediante la exposición directa al sol hasta que se vieran físicamente secos, es decir, hasta el momento en que al someterse a presión manual se convirtiera en aserrín cada uno de éstos (García, 2003). Posteriormente fueron cortados y molidos con un motor de 4½ HP de energía trifásica de una empresa de molinos pulverizadores, para obtener un tamaño de partícula 1.52 - 3.35 mm (Miles y Chang, 1997), la proporción del sustrato en peso seco a emplear para un cultivo de *P. ostreatus* posee: residuos agroindustriales, aserrín 70 %, Hoja de la tuza del maíz 28 %, azúcar o melaza 1%, cal o yeso 1 % y agua necesaria para mantener una humedad del 65% al 80 % (Miles y Chang, 1997; Fernández 2004).

Además se deben tener en cuenta los requerimientos nutricionales, la fisiología, pH, temperatura, humedad relativa, su clima y riego entre otros, para cada especie de hongo.

Desde los años 50 en que se descubrió la capacidad oxidativa e hidrolítica del género ***Pleurotus***, que les confiere la secreción de un amplio espectro de enzimas, los cuales actúan con alta especificidad sobre las estructuras lignocelulósicas predominantes en su medio y dada la abundancia de fuentes lignocelulósicas, es que se plantea la posibilidad de elaborar sustratos artificiales para el desarrollo de estos hongos fuera del entorno natural (Sánchez Vásquez, 2002).

Desde ese entonces hasta la fecha el cultivo de ***Pleurotus*** ha tenido un gran avance, colocándose ahora en el tercer puesto de la producción mundial seguido de *Agaricus bisporus* y el *shiitake*. Tal grado de expansión ha ido en paralelo a una activa labor de investigación en relación a la preparación de sustratos artificiales de cultivo. Pero aún la investigación no ha propuesto ese mejor método que garantice la obtención de un sustrato altamente selectivo y específico para el desarrollo de ***Pleurotus spp.***, contando hoy en día con más de media docena de técnicas de elaboración de sustratos (Sánchez Vásquez, Royse, 2002).

Los estudios realizados sobre la identificación, domesticación y producción de hongos comestibles en Colombia son relativamente escasos en relación a la gran diversidad de micobiontes con que se cuenta principalmente y por la situación fisiográfica en que se encuentra el país. En estudios donde se evaluó la eficiencia biológica de ***Pleurotus ostreatus*** y ***pleurotus pulmonarius*** en diferentes sustratos, sólo se encontró un estudio previo donde se evaluó en caña de maíz suplementándola con diferentes fuentes nitrogenadas, en donde la concentración de nitrógeno total en el sustrato recomendada es de 1.5 %, considerando una relación C/N 30.46-1 que es la óptima que recomienda Hong, citado por Sánchez y Royse, la fuente nitrogenada que presentó la mejor eficiencia biológica fue la urea con 121.38 %.

2.1.2.2 ¿Qué es un hongo comestible?. **Pleurotus** es el nombre genérico de una gama de hongos comestibles que poseen agua, hidratos de carbono y lípidos. Sus proteínas de alta calidad biológica contienen nueve de los aminoácidos esenciales para el hombre, incluidas lisina y metionina. Son fuente de vitaminas, fibras, minerales, y aportan de 150 a 350 calorías por kilogramo, además de sus propiedades medicinales. La mayoría de los hongos comestibles no le dan un sabor determinado a las comidas, se pueden degustar en forma natural, como ensaladas o acompañados de carnes o huevos. Los maestros de la alta cocina plantean que existen más de 2000 recetas, y su sabor depende de la preparación. Lo más interesante es que después de su cocción mantienen el contenido de proteínas y vitaminas. En nuestro país desde 1988 se realizan estudios sobre estos hongos comestibles en conjunto con la Organización de las Naciones Unidas para la Agricultura y la Alimentación (FAO).

### **Partes del Hongo**

- Sombrero: Entre 5 y 15 cm, aunque en ocasiones alcanza dimensiones mucho mayores. Evoluciona de liso a convexo y posteriormente a plano convexo, con forma de ostra, de ahí su nombre. De color muy variable, desde gris claro hasta marrón oscuro, pasando por todas tonalidades intermedias, a veces con reflejos azulados. Margen delgado y enrollado del mismo color que el sombrero.
  
- Láminas: Las láminas son en un principio blancas, pasando a cremas cuando los ejemplares maduran. Son apretadas y desiguales.
  
- Pie: Muy corto, a veces casi ausente, insertándose entonces el sombrero directamente en el sustrato.
  
- Carne: Es de color blanco con algunos tonos crema cuando está mojada. Olor y sabor fúngicos agradables. De aspecto correosa, algo dura en el pie y en el sombrero, cuando los ejemplares son viejos.

Figura 1. Partes del hongo *P. ostreatus*.



Fuente: (Jacq.:Fries) Kumm 1871

Figura 2. Forma de crecimiento de los hongos.



En grandes grupos  
*P. ostreatus*



En corros o hileras  
*P. Clitocybe geotropa* Esporada

Fuente: (Jacq.:Fries) Kumm 1871

- ***Pleurotus* importancia y tecnología de cultivo**

El *Pleurotus* es un hongo comestible gastronómicamente de primerísima calidad. Su color es blanco o castaño, aunque hay variedades azuladas y

rosadas. Su carne es compacta en el sombrero, fibrosa y blanca en el pie con sabor y olor agradable.

Esta especie es cosmopolita y crece saprofiticamente en ambientes naturales sobre troncos de árboles caídos y otras plantas leñosas en descomposición. Es un hongo semi anaeróbico que soporta un 32 % de CO<sub>2</sub> y fija el nitrógeno atmosférico.

Debido a sus pocos requerimientos nutricionales y a su fácil adaptación a los ambientes de cultivo, requiere de técnicas simples y baratas para su cultivo y sus desechos, con capacidad para degradar materiales lignocelulósicos, por lo que quedan convertidos en pienso animal. En ese sentido resulta interesante obtener un alimento tan rico en proteínas con la simple conversión de residuos agroindustriales.

- **Forma de crecimiento.**

Crece formando grandes grupos, pequeños grupos, céspedes, gorros, solitarios etc. La coloración producida por las esporas en masa, que en las setas maduras se van depositando bajo el sombrero, forman una mancha que en el campo se aprecia en la hojarasca, en setas que quedan por debajo, en anillos o en curvas del pie, etc., mientras que en casa, también se puede estudiar fácilmente, depositando el sombrero sobre un papel que se tiña con la esporada, siendo lo más adecuado una hoja mitad negra y mitad blanca, colocando la muestra en el centro, de manera que sea cual sea el color de la esporada se puede detectar por contraste sobre uno de los dos colores del papel. También se puede utilizar una crista.

- **Características de la calidad del hongo *Pleurotus*.**

En la actualidad no existe ninguna norma técnica internacional ni colombiana sobre las características que debe presentar el hongo para la comercialización, pero existe, un trabajo de grado de la Universidad Pontificia Javeriana el cual realizó encuesta a varias empresas colombianas *Champiñón Portobello*,

*Champiñones & Khitiitake* (Monte alto). *Champiñones Robert Garzón*; comercializadoras de este hongo. La cuales indican cuales son las características de la cepa del hongo ***P. ostreatus***: color blanco, pardo o marón, diámetro del sombrero entre 10 a 15 cm. (Guarín. Ramírez, 2004).

### 2.1.2.3. *Pleurotus Ostreatus*

**Figura 3. *P. ostreatus* en su hábitat.**



Fuente: García, 2008 Desarrollo de hongo comestible, *P. ostreatus*. (Color marrón y color blanco).

Carne de color blanco, marrón o azul-gris, más gris-marrón, crecimiento de 20-20cm, excéntrico a lateral, o ausente, blanco con una base de lana. Carne blanca. Sabor y olor agradable. Branquias decurrentes, blancas al principio y luego con un tinte amarillento. Espora impresión lila.

Las esporas su cilíndricos, 7,5-11 x 3-4µm. Hábitat a menudo en grandes grupos sobre tocones y troncos caídos o de pie, por lo general de árboles de hoja. Temporada todo el año. Comestibles y bueno. Distribución, América y Europa. El cultivo del *P. ostreatus*, es simple y requiere de poca inversión inicial. El sistema más común de siembra es en bolsas.

Como sustrato se puede usar casi cualquier elemento que contenga celulosa: pajas, aserrines, hojas, subproductos de los cultivos de café, hoja de maíz, viruta de caña de azúcar, algodón, arroz, etc. Se obtienen de 8 a 10 Kg por metro cuadrado de superficie de cultivo en tres cosechas.

Lo fundamental consiste en sembrar el micelio sobre un sustrato leñoso-celulósico húmedo (casi siempre pasteurizado), incubarlo a 20-25° C, mientras se tiene envuelto el plástico y por último mantenerlo descubierto en sitios muy húmedos y frescos, generalmente a menos de 15 ° C, hasta que salgan las setas. Este hongo no requiere sustratos compostados, a diferencia de los champiñones.

- **Nombres vulgares:** Seta ostra, seta de concha, belarri landu, orellana

Ubicación: América del Norte, Europa

Hongo de color: blanco a crema, azul, gris, marón claro o beige de tamaño normal: 5-15cm dependiendo de su edad pueden llegar a medir 15 a 30cm.

Tipo de tapa: en forma de ostra

Tipo de madre: Lateral, rudimentaria o ausente.

Esporas de color: en cuanto al color pueden varía desde el gris claro al gris pizarra oscuro al tono violáceo o azulado de color café con leche a pardo, blanco, crema o amarillo.

Hábitat: Crece en madera

- **Clasificación taxonómica**

Reino: Fungí

División: Eumycophyta

Filo: Basidiomycota

Clase: Basidiomycetes

Orden: Poriales

Familia: Lentinaceae

Género: *Pleurotus*

Especie: *ostreatus*

Nombre científico: *P. ostreatus*

Nombres comunes: Hongo ostra, seta ostreada, Orellana

Fuente: Führer für Pilzfreunde (Zwickau) (1871)

- **Características macroscópicas**

El sombrerillo de esta seta (cuerpo fructífero), es redondeado, con la superficie lisa abombada y convexa, recordando la forma de las conchas de las ostras, por esta razón es que comúnmente se le llama "Hongo ostra" (Oyster Mushroom). Su tamaño depende de la edad, y oscila entre 5 y 15 cm de diámetro, aunque pueden encontrarse ejemplares mucho más grandes. El color es muy variable, crema, blanco grisáceo, pardo, etc. La carne blanca es de olor fuerte, tierna al principio y después correoso.

El bajo contenido de grasa y sodio, unido al relativamente alto contenido de potasio, hacen que este hongo además de su buen sabor y valor nutritivo, tenga también importancia para padecimientos cardiovasculares y estados de hipertensión, así como para combatir la obesidad. En él están presentes virtualmente todos los aminoácidos esenciales, constituyendo una rica fuente de vitaminas, se han reportado contenidos de ácido ascórbico (Vitamina C), en diferentes etapas de su desarrollo, es rico en ergo esterol y vitamina D, así como en minerales como: fósforo, sodio, magnesio, calcio, hierro, manganeso, zinc y cobre.

También se ha podido observar que muchos animales se alimentan de este hongo en épocas de apareamiento o enfermedad, por lo que se piensa que puede servir como estimulante sexual, como sedante o que cuando estén enfermos ejerza su efecto positivo sobre ellos.

- **Control y adecuación de la cosecha.** Para poder desarrollarse el hongo (*P. ostreatus*) en sus diferentes fases, tiene requerimientos físicos en sus diferentes etapas de producción, los cuales están resumidos en la Tabla 1. Las temperaturas señaladas en estas tablas, pueden variarse siempre y cuando estén en un rango entre los 16°C y los 22°C y se mantengan las proporciones en las diferentes etapas de producción del hongo.

**Tabla 1. Requerimientos físicos para el cultivo de hongos *P. ostreatus***

Morfología	Día	Temperatura	Humedad	Aireación	Luz relativa
Germinación	1-4	22-24 ° C	65%	N/A	0 lux
Colonización de Superficie	4-15	22-24°C	65%	10 min/12h	0 lux
Invasión	16-35	22-24 ° C	65%	1 h / 8 h	0 lux
formación de primordio	35-45	17-19 ° C	70%	Permanente 300	0 lux
Fructificación	Más 45- 54	18- 21 ° C	90%	Permanente 1200 a 1300	0 lux

Fuente: (Arquímedes, 2007). Curso de producción de hongos comestibles a cargo de Laboratorio Biofungi.

- **Propiedades nutricionales y medicinales**

a. Propiedad nutricional. Las setas, son una excelente fuente de proteína, debido a que en su contenido, están presentes todos los aminoácidos esenciales donde los que predominan son la alanina, el ácido glutámico y la glutamina. El porcentaje de proteína en peso seco puede variar entre 10 y 30% aunque puede llegar a ser hasta del 40%.

La Orellana tiene un contenido elevado de carbohidratos de 57% que no son del tipo de los almidones (los que engordan), dentro de los cuales está la quitina, un polisacárido con propiedades excepcionales en cuanto a que puede absorber fácilmente las grasas en el tracto digestivo. Su contenido de fibra cruda también es alto (14%), del cual, el 47% es fibra dietética.

***P. ostreatus*** contiene del tres al cinco por ciento de lípidos en peso seco. Los ácidos grasos son predominantemente insaturados, de fácil digestión y de naturaleza hipolipidémica; el ácido linoléico es el más abundante. La orellana no presenta colesterol pero si gran presencia de ergosterol que es una previtamina de la vitamina D2. Se han identificado por otro lado, algunas sustancias aromáticas responsables en gran parte del aroma y delicioso sabor característico de este tipo de hongos.

En *P. ostreatus* el contenido de tiamina (vitamina B1) se encuentra entre 4.8 y 7.8mg/ 100g, riboflavina (vitamina B2) 4.7 a 4.9mg/100g, y niacina 55 a 109mg/100g, todo en peso seco. Los contenidos de vitamina C son muy altos, de 36 a 58mg/100g del peso seco por lo que pueden ser una muy buena fuente de antioxidantes y agentes reductores para el uso de medicamentos y complementos nutricionales, estos pueden ser utilizados en el tratamiento del escorbuto, la diabetes, hipoglucemia, cáncer, etc.

Este hongo presenta una buena cantidad de fósforo, potasio, zinc, cobre y magnesio; una proporción media de hierro y manganeso; y en pequeñas cantidades calcio, aluminio y sodio.

b. Propiedades medicinales. Efectos antitumorales: *P. ostreatus* contiene polisacáridos que actúan como potenciadores de las células de defensa, capaces de reducir o retardar el crecimiento de células cancerosas.

Efectos antivirales: Los mismos mecanismos que estimulan el sistema inmune, actúan 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. Se ha encontrado que el micelio de *Pleurotus* contiene una mezcla de diferentes polisacáridos de bajo peso molecular y sustancias similares a la Zeatina, las cuales contienen citoquinina, estas son sustancias similares a fitohormonas que se sabe tienen efectos antivirales y que no causan efectos colaterales ni toxicidad en pacientes enfermos. El ácido glutámico, aminoácido que se sabe tiene un efecto estimulante del sistema inmunológico, se encuentra en concentraciones altas en las setas.

Efecto antiinflamatorio: han sido aislados tanto del micelio como de los cuerpos fructíferos de *Pleurotus*, glicopéptidos con excelente capacidad fungicida y antibiótica. Otras importantes sustancias con actividad antibiótica son los

componentes aromáticos volátiles que caracterizan a la mayoría de las especies de *Pleurotus* o setas, estas sustancias han demostrado tener una fuerte capacidad antibacteriana y por tanto antiinflamatoria contra diferentes tipos de agentes infecciosos.

Control del colesterol: Se ha demostrado a nivel experimental que el consumo frecuente de setas disminuye el nivel de ácidos grasos en sangre y el colesterol en el hígado, por otro lado en estos experimentos se detectó un aumento en la relación fosfolípidos-colesterol lo cual sugiere un efecto anti aterogénico favorable, es decir que puede ayudar a prevenir el endurecimiento de las arterias y como consecuencia la prevención de posibles enfermedades cardiovasculares.

Efecto hepatoprotector: A nivel experimental, se demostró que el consumo de orellanas logró bajar los niveles de colesterol y triglicéridos en un 65-80%, se encontró que el depósito de grasa en el hígado era mucho menor.

Efecto antihipertensión: La presencia de altas concentraciones de potasio en las orellanas ayuda a disminuir la hipertensión arterial. También se ha demostrado que la ingesta de setas, permite una mejor absorción de minerales a nivel intestinal, ésto debido a la presencia de metaloproteínas.

Efecto antioxidante: los *Pleurotus* o setas, poseen sustancias con propiedades antioxidantes como la vitamina C, cuya utilidad es retrasar el proceso de envejecimiento combatiendo la degeneración y muerte de las células que provocan los radicales libres.

- **Plagas y enfermedades**

- a. Plagas**

- Colémbolos

- Son insectos diminutos sin alas que forman pequeñas galerías, secas y de sección oval en la carne de los hongos. Se encuentra en gran cantidad entre las laminillas que hay bajo el sombrero de las setas. También pueden atacar al

micelio si el sustrato está demasiado húmedo. Destaca la especie *Hypogastrura armata*.

- Dípteros

El daño lo causan sus larvas, que se comen las hifas del micelio, hacen pequeñas galerías en los pies de las setas y luego en el sombrero. Destacan algunas especies de mosquitos del generos *Lycoriella*, *Heteropeza*, *Mycophila* y *mosca del género Megaselia*, Para el control de colémbolos y de dípteros se recomiendan medidas preventivas como el colocar filtros junto a los ventiladores, eliminación de residuos, tratamiento térmico de los sustratos para eliminar huevos y larvas, etc. También pueden emplearse distintos insecticidas: diazinón o malatión en polvo, mezclados con el sustrato, nebulizaciones con endosulfán o diclorvos, etc

## **b. Enfermedades**

- Telaraña (*Dactylium dandroides*) (= *Cladobotryum dandroides*, *Hypomyces rosellus*) Los filamentos de este hongo crecen rápidamente y se extienden sobre la superficie del sustrato y de las setas, cubriéndolas con un moho blanquecino, primero ralo y luego denso y harinoso. En las partes viejas las formas perfectas forman puntos rojizos. Los ejemplares atacados se vuelven blandos, amarillento parduscos, y se acelera su descomposición. Puede atacar a las setas recolectadas.

Esta enfermedad aparece con humedad excesiva, calor y la escasa ventilación. Para su control se deben cubrir con cal viva en polvo, sal, formalina 2% o soluciones de benomyl las zonas afectadas. También se puede emplear zineb, mancozeb, carbendazin o thiabendazol.

- *Pseudomonas tolaasii* (*P. fluorescens*)

Esta bacteria ataca en cualquier fase del cultivo, desde el micelio en incubación a las setas ya formadas, disminuyendo o anulando la producción. En los sombreros de los ejemplares enfermos aparecen zonas de tamaño variable de

color amarillo-pardusco o anaranjado, acaban pegajosos y si la temperatura y humedad son altas, se pudren pronto y huelen mal.

Para su control se aconseja procurar evitar el exceso de humedad, la adición de sustancias nitrogenadas y el calor. Se puede añadir hipoclorito sódico al agua de riego, solución de formalina al 0,2-0,3%, formol u otros productos.

#### 2.1.2.4 *Pleurotus pulmonarius*

Figura 4. *P. pulmonarius* en su hábitat



Fuente: Internet. Imágenes. Lungen-Seitling Oyster pálido

*P. pulmonarius* presenta un diámetro de 10-20cm, con forma de abanico o en forma de embudo en grupos superpuestos de color blanco a crema. Tallo muy corto, lateral. Carne blanca. El olor de la harina o el amoníaco. Branquias lleno de gente, luego ocre blanco-crema. Esporas blancas. Las esporas cilíndricas, 7,5-11 x 3-4  $\mu\text{m}$ . Se encuentra en grupos de árboles. Predomina en temporada de otoño. Poco frecuentes. Es un hongo comestible.

Es una especie frecuente en los hayedos, fructificando de forma gregaria e incluso cespitosa sobre los árboles que llevan tiempo caído. Existen variedades que fructifican sobre troncos caídos, cortados y sembrados.

Esta seta es muy similar a la seta de ostra (*Pleurotus ostreatus*) aunque presenta algunas diferencias. Los sombreros de *P. pulmonarius* son mucho más pálidos y grandes que la *ostreatus* y desarrollan más de un tallo. Esta

especie prefiere un clima más cálido que la de *P. ostreatus* y su aparición es más tardía en el verano. Su sabor y cultivo, sin embargo, son prácticamente iguales Führer für Pilzfreunde (Zwickau) (1871).

- **Nombres vulgares:** *P. pulmonarius*.

Ubicación: América del Norte, Europa comestibilidad: comestibles

Color hongo: blanco a crema de tamaño normal: 5-15cm

Tipo de tapa: Otros tipo de madre: Lateral, rudimentaria o ausente carne, setas tiene un olor distinto o extraño (no mushroomy) esporas de color: blanco, crema o amarillo.

- **Clasificación taxonómica**

Reino:	<i>Fungí</i>
División:	<i>Basidiomycota</i>
Filo:	<i>Basidiomycota</i>
Clase:	<i>Basidiomycetes</i>
Orden:	<i>Poriales</i>
Familia:	<i>Lentinaceae</i>
Género:	<i>Pleurotus</i>
Especie:	<i>P. pulmonarius</i>
Nombre científico:	<i>Pleurotus pulmonarius</i>
Nombres común:	Hongo Orellana

- **Características macroscópicas.** Sombrero de tamaño variable, hay individuos desarrollados de 5 cm y otros que superan los 15 cm, de forma típica de abanico. El color de esta seta es muy variable, los ejemplares que solemos encontrar suelen ser grises u ocre grisáceos, aunque existen formas de color gris plateado, blanco, Verdi-azules e incluso próximas al pardo, esto suele dar lugar a la creación de múltiples variedades. Su cutícula es lisa, separable y brillante, sobre todo con lluvia cuando resulta

un tanto lubricada, el borde se presenta enrollado en los especímenes jóvenes, quedando después fino y algo ondulado.

Láminas muy decurrentes de color blanquecino, se torna de color crema en la vejez, de aspecto apretado y no muy homogéneas.

Pie cortó y totalmente lateral, hay individuos en los que apenas es perceptible debido a que está incrustado en el sustrato. Es de color similar al de las láminas.

Carne consistente y tenaz de color blanco, de olor fúngico suave y sabor dulce y agradable.

- **Control y adecuación de la cosecha.** Para poder desarrollarse el hongo (*P. pulmonarius*) en sus diferentes fases, tiene unos requerimientos físicos en sus diferentes etapas de producción los cuales están resumidos en la Tabla 2. Para el hongo *P. pulmonarius*. Las temperaturas señaladas en estas tablas, pueden variarse siempre y cuando estén rango entre los 18°C y los 26°C y se mantengan las proporciones en las diferentes etapas de producción del hongo.

**Tabla 2. Requerimientos físicos para el cultivo de hongos *Pleurotus pulmonarius***

Morfología	Día	Temperatura	Humedad	Aireación	Luz relativa
Germinación	1-5	22-26 °C	60%	N/A	0 lux
Colonización de Superficie	4-16	22-26°C	75%	10 min/12h	0 lux
Invasión	16-35	20-24° C	85%	1 h / 8 h	0 lux
formación de primordio	35-45	18-22 °C	80%	Permanente 300	0 lux
Fructificación	Más 45-56	20- 24°C	80%-90%	Permanente 1200 a 1300	0 lux

Fuente: (Arquímedes, 2007). Curso de producción de hongos comestibles a cargo de Laboratorio Biofungi.

- **Propiedades nutricionales y medicinales de los hongos.**

Los hongos comestibles tienen más proteínas que la mayoría de los vegetales, un buen balance de aminoácidos, una importante cantidad de vitaminas y minerales y son bajos en sodio.

Además de tener pocas calorías (alrededor de 28 cada 100 g de hongos crudos), poseen antioxidantes y otras sustancias que estimulan el sistema inmunológico, disminuyen el colesterol y reducen la presión arterial.

Con el correr de los años, la ciencia ha ido descubriendo las propiedades medicinales atribuidas a los hongos desde la antigüedad y se han encontrado efectos antitumorales, inmunomoduladores, cardiovasculares, hipocolesterolémicos, antivirales, antibacterianos, antiparasitarios, hepatoprotectores y anti-diabéticos.

- **Plagas y enfermedades.**

Ejemplares mostrando láminas y pie Como todo ser vivo, este hongo también las tiene. Tanto el micelio como el carpóforos, todo puede ser infectado y/o parasitado.

El micelio en la fase de preparación para semilla así como en su fase vegetativa de producción de carpóforos, puede ser atacado por ácaros, nematodos, hongos competidores y antagonistas, como pueden ser el ***Trichoderma viride***, ***Trichoderma harzianum*** y hongos del género ***Mucor*** principalmente.

Los carpóforos o setas, también son atacados por ácaros, moscas (mosca Fórída), mosquitos (mosquito Sciárido), caracoles, babosas.

Por una esterilización insuficiente o por penetrar en el sustrato durante la siembra, esporas de hongos superiores, pueden invadir el sustrato con mayor

rapidez que el micelio de la seta de cardo, impidiendo el desarrollo de éste, con lo cual merma la producción. He aquí el caso del ***Schizophyllum commune***.

Lo ideal sería no tener que utilizar en el cultivo, funguicidas, insecticidas, acaricidas o nematocidas, pero si hiciera falta, nos podemos remitir a la página web del Ministerio de Agricultura Pesca y Alimentación, donde vienen los productos fitosanitarios autorizados, así como los plazos de seguridad y casas comercializadoras.

- **Riego.** El riego para estas dos clases de hongos comestibles (***P. ostreatus*** y ***P. pulmonarius***). Se puede efectuar en forma manual o por aspersión, una o tres veces por día para evitar la desecación del sustrato.

## **2.2 MARCO CONTEXTUAL**

### **2.2.1 Municipio de Piedecuesta (Santander).**

El municipio de Piedecuesta se encuentra ubicada en las Coordenadas: 07°05'N 73°01'O a una altitud de 1.005 msnm, con una distancia de 17 km de Bucaramanga cuenta con una superficie de 344 km<sup>2</sup>, además con una densidad de 306 hab /km<sup>2</sup> y con una población de 129.000 habitantes (DANE 2010). Fue fundada en 1598, su temperatura media es de 19°C y la máxima promedio de 30.9 °C, su precipitación anual promedio de 1279 mm al año.

El municipio limita por el norte con Toná y Floridablanca. Por el sur con Guaca, Cepita, Aratoca y los Santos. Por el oriente con Santa Bárbara. Por el occidente con Girón.

Límites que a su vez demarcan las fragmentaciones del relieve municipal por la falla de Bucaramanga al oriente, el nudo sísmico y la falla de los Santos al sur, la falla del río Suárez al occidente y las fallas de Ruitoque y río de Oro por el norte. Todo lo cual ha conllevado a que los habitantes se adapten a las condiciones socio ambiental de vida propiciada por los pisos térmicos andinos y las dinámicas sísmicas de la región.

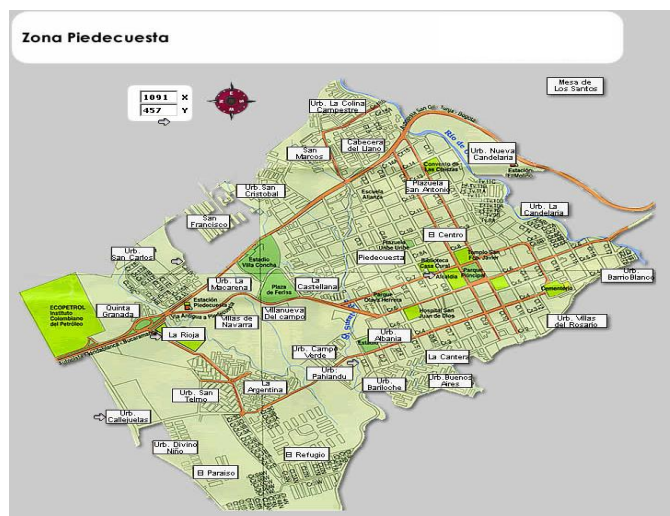
Por su ubicación en la Cordillera Oriental, Piedecuesta es un municipio productor de agua. Aquí nacen 3 ríos: Oro, Hato y Manco y 12 quebradas. Su extensión es de 493 Km<sup>2</sup> a la altura de 1005 msnm, presenta un relieve sobre un gran valle interrumpido por el cerro de la cantera, cortado por el río Chicamocha en el sector de pescadero. Tiene cinco corregimientos y 38 veredas, lo que facilita la agricultura, pilar de la economía.

**Figura 5. Mapa de Piedecuesta municipio del departamento de Santander. Localización de Piedecuesta Santander**



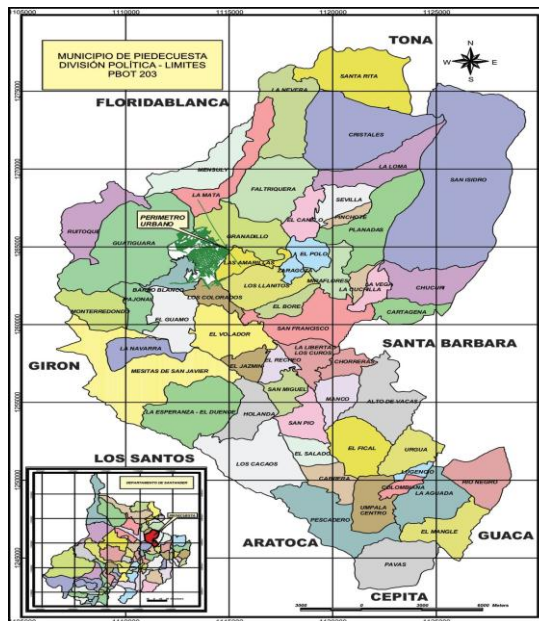
Fuente: [www.explow.com](http://www.explow.com)

**Figura 6. Municipio de Piedecuesta Santander. Mapa de Piedecuesta Santander.**



Fuente: <http://fiduimobiliarios.com/?p=4590>

**Figura 7. Municipio de Piedecuesta Santander. División Política**



Fuente:

[http://www.educaplay.com/es/recursoseducativos/12664/municipio\\_de\\_piedecuesta.htm](http://www.educaplay.com/es/recursoseducativos/12664/municipio_de_piedecuesta.htm)

## 2.4 MARCO LEGAL

### 2.4.1 Características de la calidad del hongo *Pleurotus*

La alta calidad del *Pleurotus* fresco hongo (*Pleurotus ostreatus* o *Pleurotus pulmonarius*) está determinada por un color blanco a café oscuro, velo intacto y sombrero uniforme y en forma de ostra, con superficie lisa, brillante, limpia y con ausencia de emparedamiento. El pie debe ser firme y brillante, con el borde del corte limpio. Factores negativos son las laminillas visibles y abiertas y la ausencia de pie (Davis 2004).

“Los grados de calidad según la norma técnica Colombiana NTC 940 (Primera actualización) respecto a las disposiciones concernientes al tamaño indica que el diámetro máximo del hongo en forma de ostra y la longitud del tallo deben tener las disposiciones según las normas de calidad ya establecidas por el INVIMA y la OMS.

### 3. DISEÑO METODOLOGICO

#### 3.1 TIPO DE ESTUDIO

El presente trabajo está basado en un estudio experimental descriptivo que pretende encontrar el mejor sustrato orgánico donde los hongos comestibles *Pleurotus ostreatus*

Y *Pleurotus pulmonaris* puedan desarrollar su potencial productivo en cuanto a desarrollo y crecimiento.

En la experimentación el ensayo se estableció sobre los sustratos hoja o capacho de maíz y salvado de trigo con cuatro unidades experimentales y 2 repeticiones y donde el sustrato control fue el aserrín de madera.

##### 3.1.1 Población

###### 3.1.1.1 Localización geográfica

El estudio se realizó en los predios de la Granja Educativa Experimental “El Hangar” de propiedad de la Universidad Industrial de Santander “UIS” localizada en el municipio de Piedecuesta (Santander) dentro de las coordenadas 6° 59' 06" latitud norte y 71° 01' 17" longitud oeste según meridiano de Greenwich, a una altura de 985 metros sobre el nivel del mar, con temperatura promedio de 23° C, humedad relativa del 83%, luminosidad de 123 horas anuales y precipitación promedio anual de 1500 milímetros (Figura 8).

**Figura 8. Localización geográfica de la Granja Educativa UIS “El Hangar” Piedecuesta, Santander.**



Fuente: Google

3.1.1.2 Muestra. Para el desarrollo de la investigación y toma de información se maneja como tamaño de la muestra 4 unidades experimentales (2 por repetición) y 3 fructificaciones por unidad experimental para cada una de las especies de hongos estudiadas junto al testigo control. Los tratamientos fueron mantenidos bajo condiciones naturales, a la acción del medio ambiente.

### **3.1.2 Variables de estudio**

Variables independientes. Los diferentes sustratos orgánicos analizados (hoja de maíz, salvado de trigo y aserrín).

Variables dependientes: Desarrollo de cuerpos fructíferos o carpóforos (diámetro y altura de crecimiento) y tiempo de corrido del micelio (tiempo determinado en días en el cual el hongo coloniza el sustrato, evidenciado con el cambio de color a blanco y la compactación del bloque) sobre los diferentes

sustratos orgánicos evaluados. Temperatura y humedad relativa del lugar de cultivo donde se desarrollo el trabajo.

### 3.2 METODOLOGÍA

Para la realización del presente trabajo se emplearon los siguientes materiales: reglas, balanza analítica, termómetro, bolsas plásticas, ligas, olla, estufa, bata, guantes, tapa bocas, gorro, jeringas, tasa, punzón, frasco de aspersión, higrómetro, entre otros.

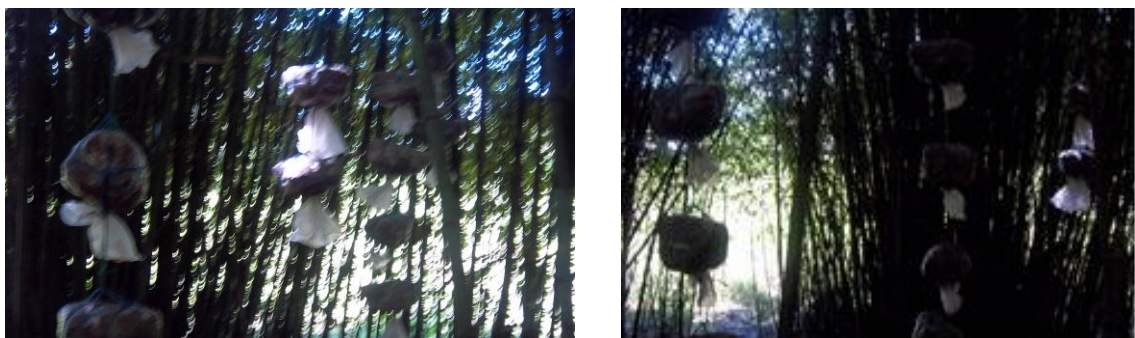
Para la esterilización se utilizó, semilla, hipoclorito de sodio al 13%, alcohol antiséptico al 70%, caja de cartón, etc. El sustrato que se utilizó fue el aserrín, capacho de maíz y salvado de trigo. La semilla que se utilizó de los hongos comestibles fueron el *P. pulmonarius* y *P. ostreatus*.

Para el desarrollo del trabajo con las especies de hongos comestibles utilizadas, se requirió tener en cuenta las siguientes etapas.

#### 3.2.1 Instalaciones para el cultivo

Para la instalación del ensayo se requirió de un terreno arborizado de 2.5m x 2.5 m para un área de 6.25 m<sup>2</sup>

**Figura 9. Instalación de los hongos comestibles**



Fuente: Autora

La instalación adecuada para el cultivo tuvo un área de 5mt; con las siguientes dimensiones: 2,5 m de largo por 2,5 m de ancho y una altura de 2.50

mt. Los hongos se instalaron en un área de la Granja El Hangar cubierta totalmente por árboles nativos de la región y guadua, el follaje de las plantas permitió mantener unas condiciones especiales de clima (temperatura y humedad relativa) para su crecimiento y desarrollo adecuados.

- **La semilla.** La semilla ó material de siembra se consiguió por intermedio de un proveedor de la ciudad de Bogotá que garantizó la pureza de las especies de hongos *P. pulmonarius* y *P. ostreatus*. Estas setas de los hongos se solicitaron con dos meses de anticipación a la siembra y se mantuvieron bajo los protocolos y condiciones de manejo estipuladas por la casa comercial encargada de la comercialización y distribución del producto.

- **Método de cultivo y fructificación**

Para ambos tratamientos (HM, ST), la pasteurización fue por inyección de vapor a 65°C durante 11 h. La inoculación se llevó a cabo en bolsas de polietileno transparentes de 40 × 60 cm, con una mezcla de residuo agroindustrial e inóculo de cada cepa. En cada bolsa, el peso fresco equivalente a 1500 g (peso seco) de aserrín de cedro fue inoculada al 10%. Posteriormente, a cada bolsa se le hicieron 12 perforaciones de 1 cm de diámetro para permitir el intercambio gaseoso y favorecer el crecimiento del micelio. Los residuos agroindustriales inoculados fueron incubados 20 días en oscuridad. Se determinó la temperatura del sustrato en las bolsas sembradas, la temperatura promedio del cuarto de incubación y la humedad ambiental. Transcurrido el periodo de incubación, las bolsas se colocaron en el ambiente natural bajo condiciones favorables de luz natural (12 h luz/12 h oscuridad), ventilación natural. Los hongos se clasificaron de acuerdo al diámetro de píleo desarrollado y altura del hongo.

**Las bolsas.** Las bolsas utilizadas fueron de polietileno transparente y de un tamaño aproximado de 40 x 60 con capacidad para 2 kilos. Las bolsas se lavaron con abundante agua, jabón y se desinfectarlas con una solución de hipoclorito al 5% las cuales se sumergieron en esta solución por un periodo de

35 a 45 minutos y posteriormente se jugaron con abundante agua hasta que no tengan ningún residuo de hipoclorito.

### **Mezcla de los materiales del sustrato**

Se realizó la mezcla de los componentes necesarios para cada sustrato estudiado de acuerdo a la formulación descrita en la Tabla 3 para cada residuo agroindustrial y se realizó la prueba del guante para determinar la humedad apropiada de cada mezcla del sustrato. Se vertió la mezcla en forma de capas dentro de la bolsa.

**Tabla 3. Formulación del sustrato para el cultivo de *P. ostreatus*.**

Residuos agroindustriales aserrín (30% aserrín finito y 30% aserrín de la planeadora más grueso). (Fuentes de carbono).	60%
Hoja (capacho) de la tuza del maíz y Salvado de trigo (Fuentes de nitrógeno).	38%
Azúcar o melaza	1%
Cal o yeso	1%
Agua	La necesaria para mantener una humedad del 60% al 80%.






Fuente: Miles y Chang, 1997 fue modificada por la estudiante para el proyecto ya elaborado

**Forma de colgar las bolsas.** Las bolsas fueron colgadas sobre una guadua transversal sostenida por las ramas de los árboles y a una altura de 2.10 m con respecto al suelo. Posteriormente se ubicaron las bolsas en forma invertida, amaradas una debajo de otra formando hileras y dejando un espacio de 40 cm entre bolsa y bolsa.

**Forma de riego.** Este cultivo se ubicó cerca de donde baja una corriente de agua suficiente para abastecer todo la granja además está cuenta con una motobomba la cual está cerca del sitio donde se sembraron las dos clases de hongos.

El riego fue de forma manual con un tarro plástico en forma de aspersión el cual fue solo utilizado para regar los hongos. No se utilizó la bomba de fumigación por los químicos que se emplean para otros cultivos.

**Tabla 4. Procedimiento de cultivo para las dos clases de hongos comestibles estudiados.**

PROCEDIMIENTO	IMÁGENES DEL PROCEDIMIENTO	
1. Recepción de la materia prima. (Las semillas)		
2. Equipos que se utilizaron. (Balanzas, higrómetro, termómetro)		
3) Implementos de asepsia para manipular el sustrato (bata, guantes, tapa bocas, gorro).		
4) esterilización de costales plásticos bolsas plásticas.		
5) Preparación de los sustratos y aplicación de cal.		

<p>6) Embolsado de los sustratos, aplicación de la semilla con el micelio, marca las semillas y amarado de las bolsas.</p>	
<p>7) Muestra patrón o control embolsado del aserrín, melaza, cal, aplicación de la semilla con el micelio, marca las semillas y amarado de las bolsas.</p>	
<p>7) Siembra</p>	
<p>8) Se realizó a los 2 a 3 días perforaciones en las bolsas</p>	

9) Inoculación	
10) Incubación	
11) Fructificación	
12) Cosecha se recogen dos a tres fructificaciones.	
13) Mediciones: La toma de las mediciones de las dos clases de <i>Pleurotus</i> se realizó con una misma regla.	

Fuente: Autora

### 3.2.2 Evaluación de las variables dependientes

3.2.2.1 Análisis de desarrollo y crecimiento de los cuerpos fructíferos o carpóforos en cada uno de los sustratos estudiados.

Las cepas de los hongos *P. pulmonarius* y *P. ostreatus* en los diferentes medios o sustratos estudiados fueron sometidos a una evaluación cada 8 días para determinar la velocidad de desarrollo micelial, para lo cual se midió

mediante una regla, el diámetro y altura de los carpóforos, tomando una muestra de tres fructificaciones por sustrato y por bolsa y a su vez calculando los promedios pertinentes.

3.2.2.2 Análisis del tiempo de corrida del micelio *P. pulmonarius* y *P. ostreatus* en cada uno de los sustratos estudiados. El tiempo de corrida del micelio hace referencia al tiempo que tarda el hongo en colonizar el sustrato que se puede evidenciar con el cambio de color a blanco y la compactación del bloque. Este es el momento que precede a la formación de los primordios sobre el sustrato. Dicha cobertura se observó en todos los sustratos observados, bajo las condiciones ambientales.

3.2.2.3 Análisis de condiciones climáticas temperatura y humedad relativa del sitio donde se desarrolló el trabajo.

Las variaciones de temperatura y humedad relativa se midieron diariamente en la estación climatológica establecida en la Granja Experimental “El Hangar” y se promediaron sus resultados semanalmente.

## 4. RESULTADOS Y DISCUSIÓN

### 4.1 ANÁLISIS DEL DESARROLLO Y CRECIMIENTO DE LOS CUERPOS FRUCTÍFEROS O CARPÓFOROS EN LOS DIFERENTES SUSTRATOS ESTUDIADOS.

Para garantizar el cultivo de hongos del género *Pleorotus* se han utilizado preferiblemente mezclas de residuos agroindustriales como el aserrín, hoja de maíz, salvado de trigo, caña de azúcar, o cascarilla de café, los cuales se mezclan con melaza, cal y agua. Estos sustratos se caracterizan por ser rentables y de fácil adquisición, favorecen la germinación, desarrollo y crecimiento de carpóforos de buena calidad, como ha sido reportado por diversos autores (Miles y Chang, 1997; Fernández, 2004). En este estudio se utilizaron dos tipos de residuos agroindustriales como el salvado de trigo (S-T) y hoja o capacho de Maíz (H-M) para evaluar el comportamiento de la germinación, incubación e invasión del micelio, formación de primordios y fructificación los hongos *P. pulmonarius* y *P. ostreatus*; se utilizó el aserrín como tratamiento control. Se encontró que la producción de setas para todos los tratamientos se inició 21 días después de realizada la siembra (dds).

#### 4.1.1 Análisis del desarrollo y crecimiento de los cuerpos fructíferos o carpóforos de *P. pulmonarius* en los diferentes sustratos estudiados.

En la tabla 4 se muestran los resultados sobre el desarrollo y crecimiento del micelio de *P. pulmonarius* y los cuerpos fructíferos ó carpóforos, se puede observar que los promedios obtenidos de altura y diámetro presentaron una diferencia entre el testigo control y los sustratos salvado de trigo y hojas ó capacho de la mazorca de maíz, siendo este último el que presenta los mejores resultados (Figura 10).

Se puede apreciar en la figura 10 que el diámetro y la altura alcanzada por el cuerpo fructífero de *P. pulmonarius* durante todo el periodo de observación en el sustrato hoja o capacho de la mazorca de maíz fue ligeramente mayor, que el obtenido en el sustrato de salvado de trigo.

El aspecto de los carpóforos de *P. pulmonaris* en la semana 42 obtenido en el sustrato hoja o capacho de maíz resultó ser más claro, mientras que en el sustrato salvado de trigo, los cuerpos fructíferos alcanzaron tonalidades grisáceas. A los 56 días se apreció que el carpóforo presento tonalidades similares, en ambos sustratos; factor considerado determinante para la caracterización organoléptica de la cosecha obtenida y su posible comercialización, ver la figura 11.

**Tabla 5. Promedio de crecimiento y desarrollo del micelio y los cuerpos fructíferos ó carpóforos de *P. pulmonarius* en los diferentes sustratos estudiados. Granja Educativa Experimental El Hangar- Pidecuesta- 2011.**

Sustratos	<i>Pleurotus pulmonarius</i>											
	Altura (cm)						Diámetro (cm)					
	21 dds*	28 dds	35 dds	42 dds	49 dds	56 dds	21 dds	28 dds	35 dds	42 dds	49 dds	56 dds
Salvado de trigo	0.87	1.22	2.5	4.75	6.92	8.45	0.87	1.85	4.87	9.97	12.57	14.55
Hoja ó Capacho de la mazorca de maíz	1.6	2.3	4.5	6.5	7.7	9.5	1.6	3.9	6.95	9.97	12.9	15.85
Aserrín (Control)	0.38	0.63	0.0	0.0	0.0	0.0	0.5	0.95	0.0	0.0	0.0	0.0

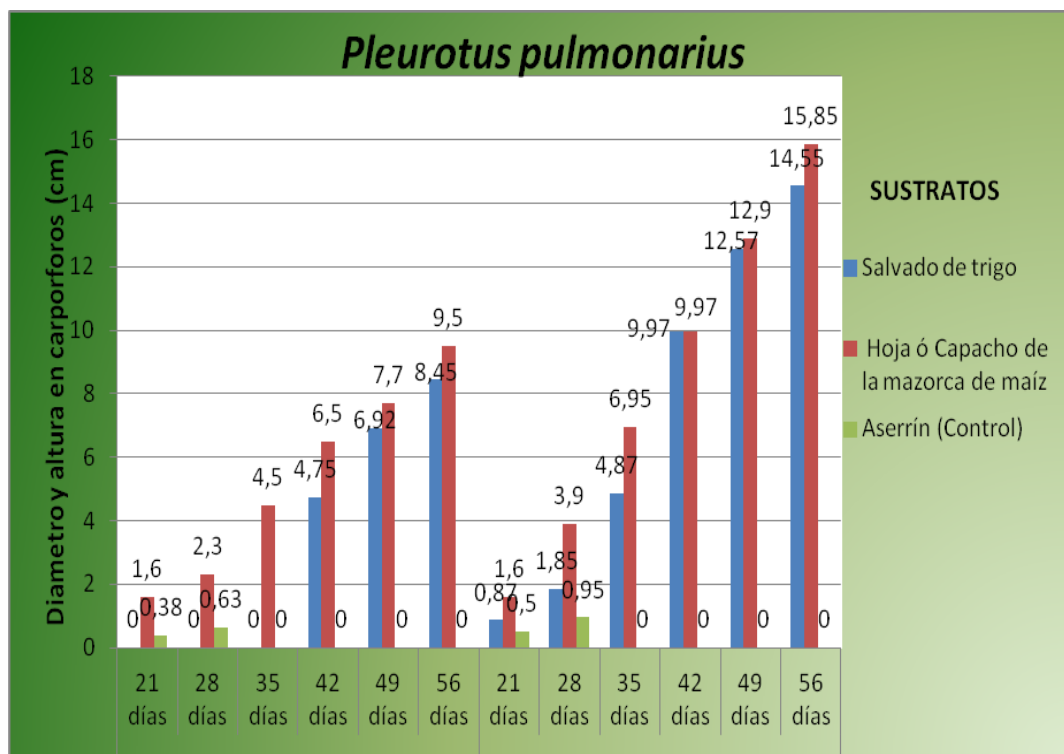
Fuente \*dds: días después de la siembra.

Los factores que pudieron influir sobre la velocidad de crecimiento del micelio de *P. pulmonarius* en el sustrato hojas o capacho de la mazorca de maíz, podrían estar relacionados con el tamaño de partícula, la humedad y la capacidad de retención de agua del sustrato, los cuales son importantes para

evitar contaminación o ataques de microorganismos competidores que ocasionarían la inhibición del micelio. Estos resultados son similares a otros trabajos realizados sobre la temática ( Fernández f. 2004; Ferreira J. 1998 ).

En los sustratos estudiados a partir de los 56 días, se alcanzó el máximo crecimiento de los cuerpos fructíferos de *P. pulmonarias*, momento ideal para realizar la cosecha obtenida y esperar a que se presente el desarrollo de nuevos brotes alrededor de los 12 o 15 días después, se ha reportado que cada unidad experimental es capaz de generar hasta tres cosechas si se mantienen las condiciones adecuadas y estén libres de contaminantes , como fue reportado por Ferreira J.1998

**Figura 10 .Crecimiento y desarrollo del micelio y los cuerpos fructíferos ó carpóforos de *Pleurotus pulmonarius* en los diferentes sustratos**



La diferencia encontrada en la producción de cuerpos fructíferos de *P. pulmonarius* en las cosechas obtenidas, pueden estar relacionadas con el metabolismo de cada semilla y la adaptación de las semillas a cada sustrato, lo cual incide en el comportamiento en la fase de fructificación del micelio.

**Figura 11. Cuerpos fructíferos de *P. pulmonarius* en los diferentes sustratos estudiados: T<sub>1</sub> Salvado de trigo, T<sub>2</sub> hoja o capacho de maíz, T<sub>3</sub> aserrín de madera.**



En cuanto al testigo control se observó la pérdida total a los 28 días (mitad de tiempo de supervivencia de los otros dos sustratos) lo cual se estaría demostrando que el desarrollo y crecimiento del micelio de las especies estudiadas en el experimento requieren de fuentes nutricionales como la melaza la cual es una fuente de carbono disponible ; además se evidencia que para el desarrollo del micelio en sus diferentes etapas, es fundamental manejar el pH del sustrato , que debe tener valores entre 5,7 y 5,8.

#### **4.1.2 Análisis del desarrollo y crecimiento de los cuerpos fructíferos ó carpóforos de *P. ostreatus* en los diferentes sustratos estudiados.**

Los datos registrados en la Tabla 5 indican que los carpóforos de *P. ostreatus* que crecieron en el sustrato hoja ó capacho de la mazorca de maíz alcanzaron el mayor desarrollo y crecimiento del micelio durante el periodo de observación, comparado con los resultados obtenidos en el sustrato Salvado de trigo a

pesar que el promedio de altura y diámetro en la última etapa de la cosecha no presento diferencias marcadas.

**Tabla 6. Promedio de crecimiento y desarrollo del micelio y los cuerpos fructíferos ó carpóforos de *Pleurotus ostreatus* en los diferentes sustratos estudiados. Granja Educativa Experimental El Hangar-Piedecuesta- 2011.**

	<i>Pleurotus ostreatus</i>											
	Altura (cm)						Diámetro (cm)					
	21 días	28 días	35 días	42 días	49 días	56 días	21 días	28 días	35 días	42 días	49 días	56 días
Salvado de trigo	0,4	1,6	3,55	3,75	6,1	7,07	0,4	2,85	5,52	8,53	11,1	14,21
Hoja mazorca maíz	0,97	1,9	3,92	5,1	7,01	7,57	0,97	3,15	5,87	8,92	11,85	14,72
Aserrín (Control)	0,38	0,63	0	0	0	0	0,5	0,95	0	0	0	0

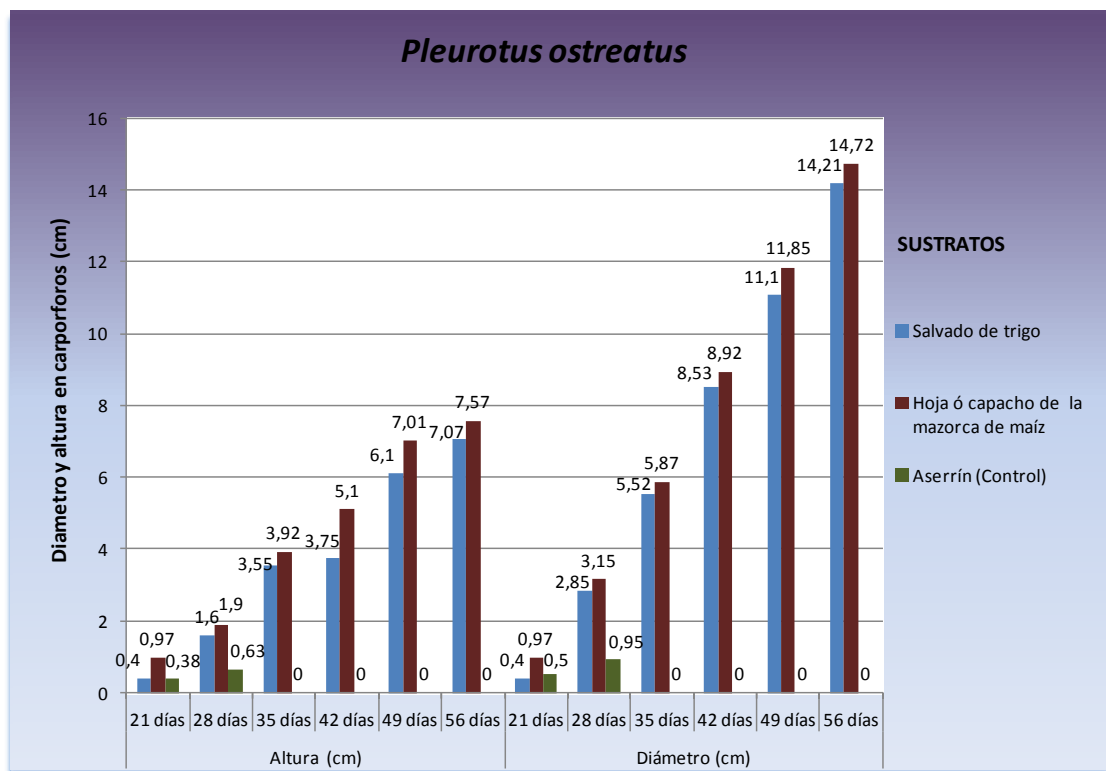
El crecimiento de los hongos en el sustrato aserrín de madera (control) no se logró evaluar durante el término de trabajo en razón a que sufrieron necrosis y murieron a partir del día 28 después de sembrados. De acuerdo con estos resultados, para este hongo los sustratos de salvado de trigo y hoja o capacho de la mazorca de maíz aportaron los mejores porcentajes de nutrientes que aseguraron el crecimiento y desarrollo del micelio y carpóforos del hongo *P. ostreatus*, también permitió la colonización homogénea del hongo en cada unidad experimental con ausencia de contaminación.

En cuanto al aspecto obtenido de *P. ostreatus* en los dos sustratos durante el tiempo de observación se apreciaron tonalidades marrones uniformes, propias de esta especie factor importante desde el punto de vista organoléptico, figura 12

Figura 12. Cuerpos fructíferos de *Pleurotus ostreatus* en los diferentes sustratos estudiados: T<sub>1</sub> Salvado de trigo, T<sub>2</sub> hoja o capacho de maíz, T<sub>3</sub> aserrín de madera.



Figura 13. Promedio de crecimiento y desarrollo del micelio y los cuerpos fructíferos ó carpóforos de *Pleurotus ostreatus* en los diferentes sustratos.



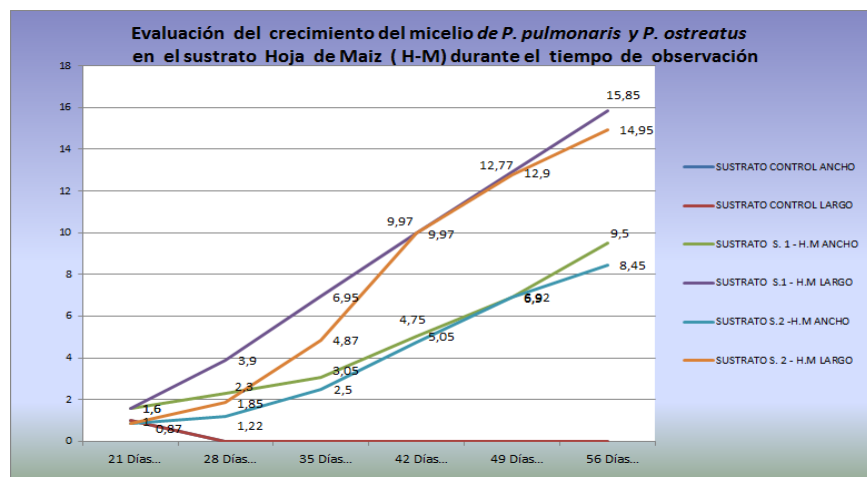
Con respecto a la determinación del diámetro y la altura del micelio de *P.ostreatus* durante el periodo de observación se pudo apreciar que en el sustrato Hoja o capacho de la mazorca de maíz se obtuvo un desarrollo

ligeramente mayor con respecto al alcanzado en el sustrato salvado de trigo, figura 13, estos resultados podrían estar relacionados con los factores climáticos que se presentaron durante la ejecución del experimento , tales como las precipitaciones y cambios de temperatura relativamente bruscos que favorecieron mayor compactación en el sustrato de salvado de trigo , situación que podría estar impidiendo una adecuada distribución de nutrientes necesarios para el hongo, como fue expuesto por otros investigadores Romero , J et al, 2000; García R., 2000.

#### 4.1.3 Análisis del tiempo de corrida del micelio *P. pulmonarius* y *P. ostreatus* en cada uno de los sustratos estudiados.

Las etapas que se presentaron durante el proceso del cultivo de los hongos *P. pulmonarius* y *P. ostreatus* se presentan en la figura 13 y 14 . La germinación, colonización e invasión del micelio se apreció a los 21 días en los tres sustratos estudiados; en el sustrato Hoja de maíz, la formación de primordios se evidenció hacia el día 28 , donde se continuo el desarrollo hasta alcanzar la fructificación hacia el día 56 en los sustratos ensayados , pero en el tratamiento control se observo disminución del crecimiento del primordio , hasta terminar en un estado necrótico que impidió su óptimo desarrollo como se aprecia en la figura 13.

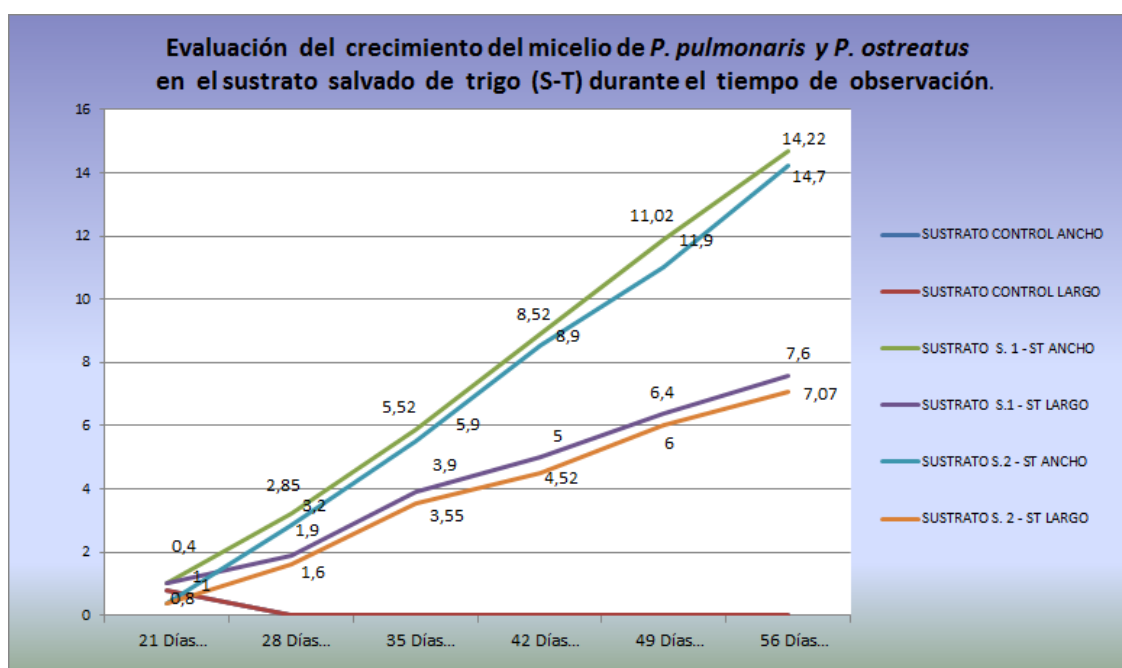
**Figura 14. Evaluación del crecimiento del micelio de *P. pulmonarius* y *P. ostreatus* en el sustrato Hoja de Maíz ( H-M ) durante el tiempo de observación.**



Al comparar el crecimiento final del micelio de *P. pulmonarius* y *P. ostreatus* cultivado en el sustrato Hoja o capacho de maíz, se aprecia que *P. pulmonaris* obtuvo una diferencia en el diámetro y altura del micelio a lo largo de las etapas de desarrollo de cada hongo alrededor de 1 cm por encima del *P. ostreatus*.

Estos resultados indican que la productividad en un cultivo de hongos está relacionado con el tipo de semilla utilizada, y que las respuestas obedecerían a la capacidad adaptativa que tenga cada especie estudiada, como fue expresado anteriormente por otros investigadores Chang, S.T et al 1982; Mansur ,M.,1990.

**Figura 15. Evaluación del crecimiento del micelio de *P. pulmonarius* y *P. ostreatus* en el sustrato salvado de trigo (S-T) durante el tiempo de observación.**



El crecimiento de los hongos *P. pulmonarius* y *P. ostreatus* en el sustrato salvado de trigo mostró similares resultados a los descritos anteriormente, tanto en las etapas de incubación, colonización e invasión del micelio,

formación del primordio y fructificación, como se ve en la figura 14, sin embargo se destaca que en este sustrato el diámetro y la longitud obtenida en la fructificación fue menor en un centímetro, comparado con el desarrollo y crecimiento en el sustrato de hoja o capacho de maíz, mostrando que *P. pulmonaris* tuvo mayor vigor y resistencia a lo largo de las diferentes etapas, frente a las condiciones climáticas en se desarrollo el experimento, resultados que coinciden con los encontrados por Guzmán G, et al 1993.

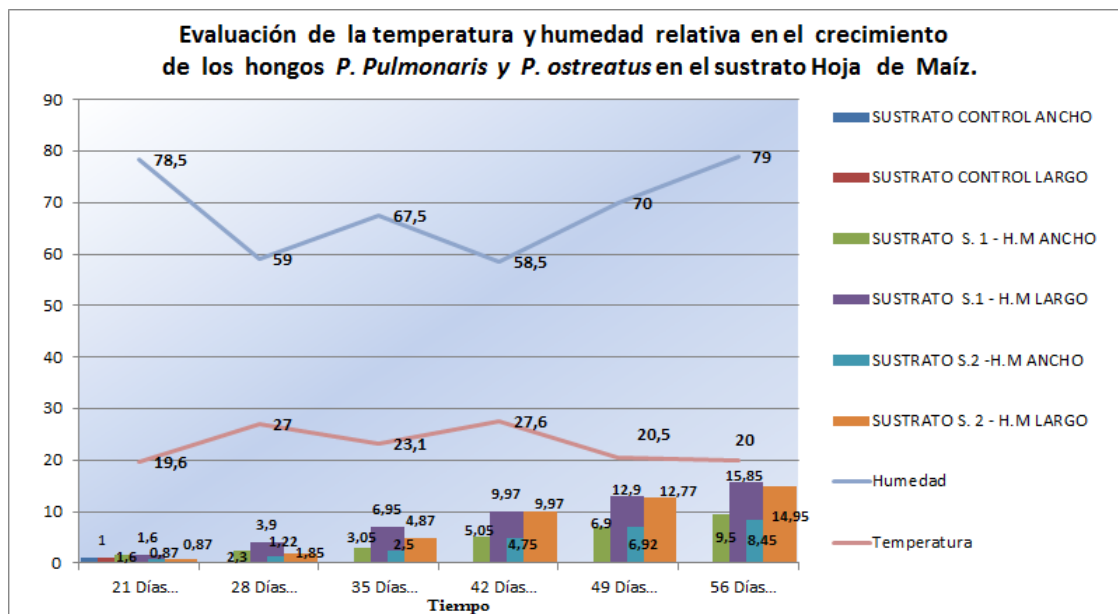
#### **4.1.4 Análisis del desarrollo y crecimiento de los cuerpos fructíferos ó carpóforos de *P. ostreatus* en los diferentes sustratos estudiados y su relación con los factores climáticos Temperatura y humedad relativa.**

Las condiciones físico ambientales, en el lugar donde se desarrolló el trabajo, Granja Educativa Experimental “El Hangar” del municipio de Piedecuesta que presentaron valores de temperatura que variaron entre 19.6 y 27.6° con un promedio de 22.9° centígrados y de humedad relativa entre el 59 y el 85% con promedio de 70.87% constituyeron las condiciones ideales para el desarrollo adecuado de los hongos estudiados, lo que coincide con los resultados obtenidos por otros investigadores para este mismo caso de estudio. Se demuestra en el presente estudio que para el desarrollo ideal de las especies de los hongos estudiados se requiere una humedad relativa de 75 a 86 % y una temperatura de 20 a 24 C particularmente en *P. pulmonarius*; donde se logro que esta especie pudiera crecer en las condiciones climáticas particulares de la finca Hangar a pesar de las variaciones climatológicas que prevalecieron en las diferentes etapas del crecimiento del micelio, como se aprecia en la figura 15, donde se señala que hubo incremento de la temperatura por encima del rango ideal para los días 28 y 42, y paralelamente una disminución de la humedad relativa. Arquímedes, 2007 Fernández 2000; Guzmán G. et al 1993. El *P. ostreatus* por el contrario exhibe mejores resultados cuando crece en ambientes con temperatura de 19 a 22 oC y 65 a 90 % de humedad, por

esta razón se apreció que el crecimiento se vio ligeramente afectado posiblemente por las variaciones de las condiciones ideales climáticas requeridas por esta especie en los dos sustratos estudiados.

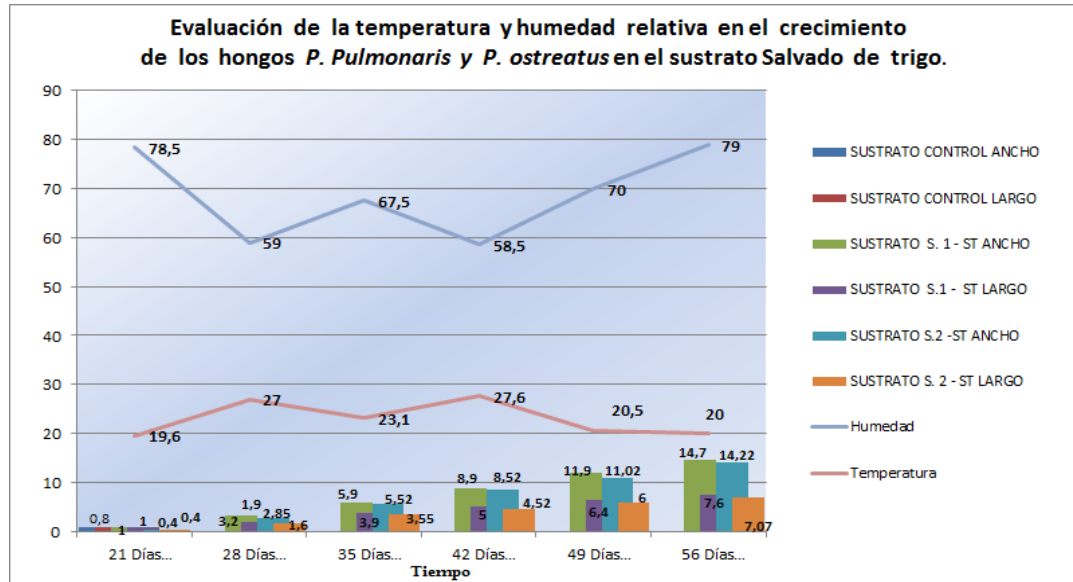
En el caso particular del sustrato control, el aserrín de madera; la temperatura en los días 28 después de la siembra fue muy elevada y se presentó una humedad relativa menor a los requerimientos de las clases de hongos comestibles pudo haber sido un factor adicional que influyó en la reducción y suspensión del crecimiento del micelio, el cual causo reducción e inhibición del crecimiento y desarrollo de los hongos, figura 15 y 16.

**Figura 16. Relación de la temperatura y humedad relativa en el crecimiento de los hongos de *P. pulmonarius* y *P. ostreatus* en el sustrato Hoja de Maíz.**



El porcentaje de humedad del ambiente cuando está al alrededor de un 70 % permite la colonización homogénea del mismo por parte de las especies fúngicas estudiadas, encada uno de los sustratos y favorece el crecimiento y desarrollo del micelio, sin ser afectado por contaminantes.

**Figura 17. Relación de la temperatura y humedad relativa en el crecimiento de los hongos de *P. pulmonarius* y *P. ostreatus* en el sustrato de salvado de trigo.**



Por otro lado la humedad relativa es un factor que puede influir directamente sobre el desarrollo de los hongos, al afectar la disponibilidad de nutrientes; se ha demostrado que contenidos inferiores al 0% y superiores al 80% no son propicios pues afecta negativamente el crecimiento de *Pleurotus ostreatus*, ocasionando una posible pudrición o fermentación del sustrato, razones por las cuales fue necesario descartar o retirar las especies fúngicas del sitio de cultivo.

## CONCLUSIONES

El sustrato a base de aserrín utilizado como tratamiento control en el experimento demostró que es fundamental la adición de melaza y cal para aportar los requerimientos nutricionales y regular el pH adecuado para el desarrollo del hongo *P. ostreatus* y *P. pulmonarius*, dado que en dicho sustrato se inhibió el crecimiento del micelio hacia el día 28 de la ejecución del experimento.

El sustrato donde se obtuvo mejor desarrollo y crecimiento de las dos clases de hongos comestibles *P. pulmonarius* y *P. ostreatus*, bajo las condiciones ambientales estudiadas, resultó ser el de hoja o capacho de maíz.

La temperatura y humedad que predominó en la Granja Hagar de Piedecuesta fue en promedio de 22,9 °C y 78,76 % respectivamente, las cuales fueron favorables para estimular el desarrollo y crecimiento de las dos clases de hongos comestibles estudiadas, a pesar que se presentaron algunos cambios bruscos durante la ejecución del experimento.

El sustrato donde se presentó mayor crecimiento del carpoforo en *P. pulmonarius* y *P. ostreatus* a lo largo del estudio fue el de hoja o capacho de mazorca, lo cual demuestra que este residuo agroindustrial puede ser utilizado para la producción a gran escala de estas setas comestibles, donde se practicaron buenas prácticas agrícolas para obtener un producto alimentario inocuo para el consumo humano; en las condiciones de campo abierto correspondientes a la zona donde se realizó dicho cultivo

Los sustratos empleados en el presente estudio no afectaron el crecimiento y desarrollo de las dos especies de hongos comestibles ensayadas, señalando que es posible aprovechar estos residuos agroindustriales para contribuir

tanto en producciones sostenibles que ayuden a mejorar el medio ambiente y la seguridad alimentaria de una región particular.

Por otra parte, respecto a estas dos clases de sepas de hongos comestibles, las condiciones rústicas de la planta local no afectaron el cultivo de las dos clases de hongo, que puede ser una alternativa de aprovechamiento de los residuos de la cosecha de maíz de las regiones cercanas al municipio de Piedecuesta y cualquier parte del país.

## RECOMENDACIONES

Identificar un proveedor confiable para la compra de semillas de buena calidad y certificadas de los hongos *P. ostreatus* y *P. pulmonares* para poder iniciar el cultivo de manera adecuada

Elaborar estudios a mayor escala que permita evidenciar las ventajas de aprovechar estos residuos agroindustriales y la disminución del impacto ambiental que estos generan al ser depositados inapropiadamente en diferentes zona.

Estandarizar el proceso de producción de estas setas comestibles en la región y consolidar núcleos de capacitación para difundir este tipo de alternativas de producción agroindustrial en diferentes comunidades aledañas a la zona de estudio, para contribuir a la generación de fuentes de ingresos y empleo .

Aplicar un diseño estadístico apropiado para mostrar la eficiencia de la producción del micelio de los hongos *P. ostreatus* y *P. pulmonarius*, fundamental para llevar a cabo la trazabilidad de la producción a gran escala.

## BIBLIOGRAFÍA

**ALBARRÁN, B. et al 2001.** Crecimiento del micelio del *Pleurotus ostreatus* en un medio sólido con harina de salvado de trigo. Universidad Nacional Autónoma de México, Laboratorio de metodología científica. Escuela nacional de estudios profesio- nales, Iztacala. 2001. p. 12-39.

**ANZALDUA, A.1984.** La evaluación sensorial de los alimentos en la teoría y la práctica. Editorial Acribia, S.A.Zaragoza, España. P 198.

**BASTIDAS, A.1999.** Familias y géneros de fungís agrícolas. Librería y editorial FISC. P. 188.

**BONZOM, P. 1999.** NICOLAOU, A.; BALDEO, W. NMR lipid profile of *Pleurotus ostreatus*. *Phytochemistry*.. P 50: 1311- 1321.

**CHANS, S. y MILES, P. 1994.** Biología de las setas. España: Fundación ZERI.

**CHANG, S.T. y P. G. Miles. 2004.** Mushrooms: Cultivation, Nutritional Value, Medicinal Effect and Environmental Impact. CRC Press, Boca Raton, 451 pp.

**CHANG, S.T. y T.H.Quimio (eds.), 1982.** "The biology of *Pleurotus* cultivation in the tropics".In: " Tropical mushrooms. Biological nature and cultivation methods". F. Zadrazil y R.H. Kurtman. The Chinese University Press, 1982 Hong Kong.

**CAMACHO, S. et al 2003.** Selección de sustratos para producir hongos setas (*Pleurotus ostreatus*). Uni- versidad Nacional Autónoma de México, Facultad de Ingeniería. 2003, p. 25-46.

**CARDONA, L.F. y BEDOYA, A.1996.** Producción de orellanas (*Pleurotus ostreatus*), deshidratadas y condimentadas. Trabajo de grado Maestro Ciencia y Tecnología de Alimentos. Universidad Nacional de Colombia, Facultad de Ciencias Agropecuarias, Medellín. 1996, p. 88.

**CARDONA, L. 2001.** Anotaciones acerca de la bromatología y el cultivo del hongo comestible *Pleurotus ostreatus*. En: Crónica forestal y del medio ambiente, 2001, 16, p. 99-115.

**FERNÁNDEZ, F. 2004.** Guía práctica de producción de Setas (*Pleurotus* spp.). Fungitec Asesorías. Guadalajara, Jalisco. México. Marzo. P, 54.

**FERREIRA, J.1998.** Producción de hongos comestibles. Librería y Editorial agropecuaria.

**GARCÍA R, Mariano.2000.** "Cultivo Industrial de *Pleurotus Ostreatus*". Pesca y Alimentación. Publicaciones de Extensión Agraria, Num 11/82 HD: Ministerio de Agricultura, Corazón de María,8- 28002, Madrid, España.

**GARCÍA, M. 2003.** Cultivo de setas y trufas. Cuarta edición. Ediciones Mundi-Prensa. Madrid. España. P, 143-236.

**GUZMÁN G. MATA G. y otros1993.** "El cultivo de los hongos comestibles, con especial atención a especies tropicales y subtropicales en esquilmos y residuos agro-industriales".. Instituto Politécnico Nacional. México.

**M. Mansur.1990.** "Cultivo del género *Pleurotus*"...--Habana: ICIDCA, 1.-- 7h.

**MILES, P. Chang, S.1997.** Mushroom biology, Concise Basics and current developments. Primera edición. Ed. World Scientific. Singapore. P; 194.

**MILES, P.1995.** Biología de las setas, fundamentos básicos y acontecimientos actuales.

**PINZÓN, M.2006.** [Comunicación personal] Asesoría en aplicaciones estadísticas a trabajos de grado. Facultad de Ciencias. Pontificia Universidad Javeriana. [Consulta: 12-29 May. 2006].

**PUTZKE, J., Lòpez M. 1998.** Los reinos de los fungís. Vol. 1, 1998, 606.

**RODRÍGUEZ Alina, ROMERO Margarita.1994.** "Sistema de Doble Bolsa, una variante económica en la tecnología de cultivo de hongos comestibles".Universidad de Cienfuegos: Cienfuegos. 31 h.

**ROMERO, J.; Rodríguez, M.; Perez, R.2000.** Pleurotus ostreatus. Importancia y tecnología del cultivo. Grupo de Nutrición, Departamento de Física-Química, Facultad de Mecánica Universidad de Cienfuegos Carlos Rafael Rodríguez. Cuatro caminos. Ciudad de Cienfuegos. Cuba. P, 16.

**ROMERO, M.1990.** "Pleurotus ostreatus: Grandes perspectivas para la alimentación animal y humana".-- Cienfuegos: MINAZ,-- 5p.

**SANCHEZ. J.E., ROYSE, D.J. 2001.** La Biología y el Cultivo de Pleurotus spp. Coedición El Colegio de la Frontera Sur/Ed. Limusa, S.A. de C.V. México, DF. 2001. 290 P.

**SAENT, A, T.1990.** "Aspectos económicos, costos de las producciones: Evaluación económica del proceso de producción de hongos comestibles y forraje beneficiado".-- C. Habana: ICIDCA, -- 6 h.

**SHAN, Z.; ASHRAT, M.; ISHTIAQ, C. 2004.** Comparative study on cultivation and yield performance of Oyster Mushroom (Pleurotus ostreatus) on different substrates (Wheat Straw, Leaves, Saw dust). Pakistan Journal of Nutrition. 3. 3: P.158-160.

**SALMONES, et al. 2001.** Estudios sobre el género pleurotus: interacción entre el crecimiento micelial y productividad. Revista Iberoamericana Micología, 1997, 14, p. 173-176.

**STAMETS, P. 2000.** Growing gourmet and medicinal mushrooms. Third edition Ten Speed Press. Bekerly, Toronto. P, 267.

**TORRES, M. G. 2003.** Potencial de la microbiota nativa comestible y medicinal en el municipio de Quibdó. Trabajo de grado. Biólogo con énfasis en recursos naturales. Facultad de Ciencias. Universidad Tecnológica del Chocó. Quibdó, Chocó. P, 116.

**URIBE, A.M. 1983.** Hongos comestibles: otro producto de las plantaciones coníferas no explotado en Colombia. Tesis Universidad Nacional de Colombia, Sede Medellín, Facultad de Ciencias Agropecuarias, 73p. SARASTI, A. y MUELAS, W.